

DER PHYSIK UND CHEMIE.

BAND CXXIV.

I. Ueber die Zusammensetzung der Manganerze
und das specifische Gewicht derselben und der
Manganoxyde überhaupt;
von C. Rammelsberg.

Der Grund, weshalb das natürliche Manganoxyd, der Braunit, nicht die Form des Eisenoxys (Eisenglanzes), und das natürliche Manganoxydroxydul, der Hausmannit, nicht die des Eisenoxydroxyduls (Magneteisens) hat, wird entweder in der Heteromorphie der Oxyde oder in der Constitution gesucht, insofern

der Braunit = Mn Mn

der Hausmannit = $\text{Mn}^2 \text{Mn}$

gedacht wird. Hermann hat diese letztere Ansicht vertheidigt, und G. Rose hat ihr kürzlich ebenfalls den Vorzug gegeben ¹⁾. Das Verhalten des Braunit und des Hausmannits gegen Salpetersäure ist ganz gleich dem des künstlich dargestellten Manganoxys und Oxydroxyduls; alle diese Körper zerlegen sich in Manganoxydul, welches sich auflöst und in Mangansuperoxyd, welches zurückbleibt. Es ist aber einleuchtend, daß hierin kein Beweis für die Constitution beider Oxyde liegt, da das (künstliche) Manganoxyd sich direct mit Säuren (z. B. Schwefelsäure) zu Salzen verbindet.

Ob Braunit und Hausmannit Verbindungen von Oxidul und Superoxyd sind, wird sich factisch entscheiden lassen, sobald der eine oder der andere Bestandtheil theilweise durch einen isomorphen Körper vertreten wird, weil

1) Pogg. Ann. Bd. 121 S. 318.

Poggendorff's Annal. Bd. CXXIV.

es dann nur einer genauen Bestimmung der relativen Mengen von Mangan und Sauerstoff in der Verbindung bedarf, um die Hypothese zu prüfen.

Das reine *Manganoxyd*¹⁾ besteht, wenn man will, aus

Manganoxydul	89,74 = 20,52 Sauerstoff
Sauerstoff	10,26
	100.

oder aus

Manganoxydul	44,87 = 10,26	„
Mangansuperoxyd	55,13 = 20,52	„
	100.	

In ihm ist der Sauerstoff des Manganoxyduls genau doppelt so groß als der übrige Sauerstoff, welchen man bei der Analyse in verschiedener Art, z. B. durch sein Aeq. Chlor bestimmt.

Angenommen nun, der Braunit sey = $Mn\ Mn$, und ein Theil des Mn sey durch 4,87 Proc. *Baryt* ersetzt, so besteht er aus

		Sauerstoff	
Baryt	4,87	0,50	} 9,98
Manganoxydul	41,47	9,48	
Mangansuperoxyd	53,66	19,96	

Da 53,66 Mn = 13,68 Mn sind, welche 9,98 Sauerstoff enthalten, und $9,48 + 9,98 = 19,46$, so verhält sich der Sauerstoff des Manganoxyduls zu dem übrigen = $19,46 : 9,98 = 1,95 : 1 = 2 : 1,03$ statt = $2 : 1$.

Oder der Braunit enthalte 7,22 Proc. *Kieselsäure*, welche Mangansuperoxyd vertritt, so wird er bestehen aus:

		Sauerstoff	
Manganoxydul	46,27	10,58	} 21,16
Mangansuperoxyd	46,51	17,31	
Kieselsäure	7,22	3,85	

Da 46,51 Mn = 37,86 Mn sind, welche 8,65 Sauerstoff enthalten, und $10,58 + 8,65 = 19,23$, so verhält sich der

1) Das Atg. des Mangans ist = 27 genommen, obwohl es von Vielen = 27,5 gesetzt wird.

Sauerstoff des Manganoxyduls zu dem übrigen = 19,23:8,65 = 2,22:1 statt = 2:1.

Wären Baryt oder Kieselsäure bloße Beimengungen, so könnten sie das Verhältniß 2:1 nicht ändern.

Ganz ähnlich würde es beim Hausmannit seyn, bei welchem, wenn er lediglich $Mn Mn = Mn^2 Mn = 3 MnO + O$ wäre, jenes Verhältniß = 3:1 seyn, und durch ein anderes R oder R in ähnlicher Weise geändert werden würde.

Nun ist es allerdings eine Thatsache, daß im Braunit und Hausmannit häufig Baryt gefunden wird; im ersteren, wie wir weiterhin sehen werden, auch Kieselsäure, und es bedarf daher nur einer genauen Untersuchung, ob hierbei die normalen Sauerstoffverhältnisse nicht obwalten. Im Psilomelan treffen wir allerdings oft viel Baryt oder Kali, selbst andere Monoxyde, auch häufig Wasser, und es giebt die amorphe Beschaffenheit dieses Minerals keine Gewähr für seine constante Mischung, wenn auch zugegeben werden muß, daß jene Basen sich in chemischer Verbindung mit irgend einem Oxyde des Mangans befinden.

Im nachfolgenden habe ich einige Versuche über die Zusammensetzung der Manganerze beschrieben, welche dazu dienen sollten, die Frage über die Constitution zu entscheiden.

1. Braunit.

Braunit von Elgersburg bei Ilmenau. Von ihm ist nur eine Analyse, nämlich von Turner, bekannt¹⁾.

Nach Turner hinterläßt er beim Auflösen nur *Spuren* einer kieseligen Substanz. Er bestimmte den kleinen Gehalt an Wasser, und an Baryt, und glühte eine Probe in Wasserstoffgas, wonach der Braunit enthält:

Manganoxydul	86,95 = 19,88	Sauerstoff
Sauerstoff	9,85	
Baryt	2,25 = 0,235	
Wasser	0,95	
	100.	

1) Diese Ann. Bd. 14 S. 221.

Hier ist der Sauerstoff des Manganoxyduls und der Rest
 $= 2,018 : 1 = 2 : 0,99$.

Wie man hieraus sieht, widerspricht Turner's Analyse der Vorstellung, der Baryt sey ein Vertreter des mit Mangansuperoxyd verbundenen Manganoxyduls.

Wenn man annimmt, daß die 0,95 Wasser mit 8,22 Manganoxyd zu 9,17 Manganit verbunden seyen, so bleiben für den Braunit

Manganoxydul 79,59 = 18,19 Sauerstoff

Sauerstoff 8,99

Baryt 2,25

Dann ist obiges Sauerstoffverhältniß $= 2,023 : 1$, mithin der Hypothese noch weniger günstig.

Ich habe den Braunit von demselben Fundorte untersucht, kleine Krystalle, auf einer krystallinisch-körnigen Masse aufgewachsen, und war sehr erstaunt, zu sehen daß selbst die reinsten Krystalle beim Auflösen flockige oder gelatinöse Kieselsäure hinterlassen, von der sich auch etwas in der Flüssigkeit aufgelöst befindet, und durch Abdampfen derselben zur Trockne und Wiederauflösen in saurem Wasser erhalten wird. Auch Baryt fand sich immer, jedoch weniger, als Turner angiebt.

Die Quantitäten beider waren:

	Kieselsäure	Baryt
in ausgesuchten Krystallen	7,44	0,23
	8,51	0,25
in der ganzen Masse	7,71	0,54
	8,55	
	8,61	

Im scharf getrockneten Zustande verliert dieser Braunit beim Glühen noch ein wenig Wasser. Außer Baryt und Kalk enthält er keine anderweitige fremde Basen.

Die Zusammensetzung würde in folgender Art bestimmt:

1) Ein Theil wurde bei 150 bis 180° getrocknet, wobei 0,15 Proc. hygroskopisches Wasser fortgingen.

2) Ein anderer wurde durch Chlorwasserstoffsäure zersetzt, die Kieselsäure durch Abdampfen etc. geschieden, aus

dem Filtrat der Baryt gefällt, dann mit kohlensaurem Natron neutralisirt, mit Essigsäure sauer gemacht und mit Chlor gesättigt. Nachdem Ammoniak in schwachem Ueberschuss hinzugefügt worden, wurde das Ganze gekocht, und aus dem manganfreien Filtrat der Kalk gefällt.

3) Ein Theil des (getrockneten) Pulvers verlor beim Glühen 2,91 Proc.

4) Ein anderer wurde in einem Platinrohr im Wasserstoffstrom stark geglüht. Zwei Versuche gaben übereinstimmend 9,22 Proc. Verlust. Der Rückstand war schön grün, hielt sich unverändert an der Luft, und entwickelte kein Chlor mit Chlorwasserstoffsäure, so dafs alles Mangan zu Oxydul reducirt seyn mußte.

5) Die Sauerstoffbestimmung erfolgte außerdem durch die volumetrische Iodprobe, welche 8,08 Proc. ergab.

Der Mangangehalt ergibt sich am genauesten aus der Differenz.

Den Versuchen zufolge enthalten 100 Theile getrockneten Minerals:

	Sauerstoff	
Manganoxydul	80,94	= 18,50
Sauerstoff	8,08	
Kalk	0,91	0,26
Baryt	0,44	0,04
Kieselsäure	8,63	4,60
Wasser	1,00	
	100.	

Da $\frac{18,5}{2} = 9,25$ sind, so fehlt es an Sauerstoff, wenn die Kieselsäure etc. neben reinem Manganoxyd vorhanden wären. Die volumetrischen Sauerstoffproben, welche ich zu verschiedenen Zeiten mit diesem Braunit gemacht habe, ergaben wohl mitunter etwas größere Zahlen, doch höchstens 8,5 Proc., also noch immer $\frac{1}{4}$ Proc. zu wenig, und ich lege dem fast um $\frac{1}{2}$ Proc. kleineren Werthe von 8,08 einen höheren Grund von Genauigkeit bei. Auch kann man die scheinbare Uebereinstimmung von 9,25 Proc. und den Re-

Es erscheint weit natürlicher, in dem Braunit eine isomorphe Mischung von Manganoxyd mit Manganoxydulsilikat anzunehmen, welchem die kleinen Mengen Kalk und Baryt zugehören. Die Formeln beider Körper,



drücken zwar eine ganz verschiedene Constitution aus, allein beide enthalten genau dieselbe relative und absolute Zahl von Atomen von Radicalen und Sauerstoff,



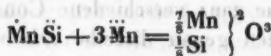
und es ist nur die gewöhnliche dualistische Ansicht von der Constitution der Sauerstoffsalze, welche diejenige beider Körper so verschieden erscheinen läßt. Auch dürfte die analoge Stellung von Mangan und Silicium eine ganz natürliche seyn, da schon in der zuvor erwähnten Hypothese die Isomorphie von MnO^2 und SiO^2 vorausgesetzt wurde, hier aber nur darauf hinzuweisen ist, wie das regulär krystallisirende Silicium als isomorph mit den elektropositiven Metallen, also auch mit dem Mangan betrachtet werden muß. Bei einer andern Gelegenheit ¹⁾ habe ich zu zeigen gesucht, daß die Isomorphie des Siliciums (Kohlenstoffs) und des Eisens die genügendste Erklärung der Constitution der verschiedenen Arten Roheisen etc. abgibt; der vorliegende Fall schließt sich der dort gegebenen Deutung um so mehr an, als Mangan im Roheisen ein fast nie fehlender Bestandtheil ist. Wenn man die Analyse des Braunits in dieser Weise berechnet, so hat man:

		Sauerstoff
Kieselsäure	8,63	4,6
Manganoxydul	8,75	2,0
Kalk	0,91	0,3
Baryt	0,44	
Manganoxydul	72,19	16,5
Sauerstoff	8,08	
Wasser	1,00	
	100.	

1) Monatsbericht d. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1863, S. 188.

Der berechnete Sauerstoffgehalt ist genau so groß wie bei der früheren Annahme.

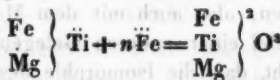
Der Braunit ist mithin eine isomorphe Mischung von Manganoxyd und Manganoxydulsilicat, und der im vorliegenden Fall untersuchte würde durch



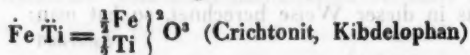
zu bezeichnen seyn, insofern er dann enthalten müßte:

Kieselsäure	10,03	Kieselsäure	10,03
Manganoxydul	81,94	oder Manganoxydul	11,70
Sauerstoff	8,03	Manganoxyd	78,27
	100.		100.

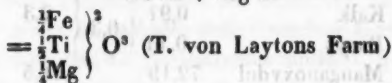
Wenn man den Gehalt an Kieselsäure und an Manganoxiden in dieser Art erklärt, so tritt der Braunit in dieselbe Beziehung zum Manganoxyd, wie das Titaneisen zum Eisenglanz, denn es ist, wie ich glaube, durch meine Untersuchungen der verschiedenen Titaneisen die Ansicht Mosanders bestätigt worden, daß man es hier meistens mit



zu thun hat, die Titansäure hier also dieselbe Rolle spielt wie die Kieselsäure im Braunit. Hier fand aber die Isomorphie ihre directe Bestätigung durch das Vorkommen von Titaneisen, welches kein Eisenoxyd enthält, und dennoch die Form des Eisenglanzes hat, also



oder



ist.

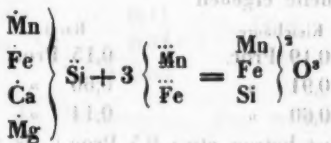
Braunit von St Marcel in Piemont. Durch Haidinger und Descloizeaux ist die Krystallform dieses Minerals als die des Braunit bestimmt worden, nachdem man es frü-

her als Marcellin oder Heteroklin für ein Manganoxysilicat gehalten hatte.

Damour's Analyse beweist, daß das Mineral von St. Marcel ganz so zusammengesetzt ist, wie der Braunit aus Thüringen, nur ist ein Theil Mangan durch Eisen ersetzt. Es enthält nämlich 52,94 Mangan und 8,04 Eisen, welche sich folgendermaßen vertheilen:

		Sauerstoff
Kiesel säure	10,24	5,46
Manganoxydul	8,79	2,01
Eisenoxydul	1,30	0,29
Kalk	1,14	0,33
Magnesia	0,26	0,10
Manganoxyd	66,68	20,52
Eisenoxyd	10,04	3,01
	<u>98,45</u>	

$\frac{20,52}{3}$ sind = 6,84, während 7,2 Sauerstoff gefunden sind.
Das Ganze ist



II. Hausmannit.

Die reine Verbindung Mn^2O^4 besteht entweder aus

Manganoxydul	92,92 = 21,24	Sauerstoff
Sauerstoff	7,08	
	<u>100.</u>	

oder, gemäß der Formel Mn^2Mn aus

Manganoxydul	61,95
Mangansuperoxyd	38,05
	<u>100.</u>

Hausmannit von Ilfeld. Von einem solchen rührt Turner's Analyse her, welche gegeben hatte

Sauerstoff	0,215	
Manganoxydoxydul	98,902	= { Sauerstoff 7,002 Manganoxydul 91,900
Baryt	0,111	
Kieselsäure	0,337	
Wasser	0,435	
	100	

Hier kommen also auf 92,92 Manganoxydul 7,297 Sauerstoff, 0,217 mehr als im Oxydoxydul, oder das Verhältniß des Sauerstoffs im Oxydul zu jenem ist = 21,24 : 7,297 = 2,91 : 1 statt 3 : 1. Dennoch wäre es zwecklos, die Analyse nach der Formel R^2R zu berechnen, da die Mengen von Baryt und Kieselsäure zu gering sind, und der Wassergehalt auf eine Beimischung von Manganit hindeutet.

Hausmannit von Ilmenau. Von dieser Abänderung habe ich schon früher eine Untersuchung mitgetheilt ¹⁾ Kürzlich habe ich dieselbe an reinen Krystallen wiederholt, aber auch hierbei haben sich nur sehr kleine Mengen anderweitiger Bestandtheile ergeben

Kieselsäure	Baryt
0,19 Proc.	0,15 Proc.
0,91 "	0,60 "
0,60 "	0,14 "

Der Glühverlust betrug etwa 0,5 Proc.; als aber das Pulver zuvor bei 130° getrocknet worden, blieb sein Gewicht beim Glühen dasselbe.

Die volumetrische Sauerstoffbestimmung gab 7,10 Proc. fast genau mit der Rechnung stimmend, so daß auch diese Abänderung die Frage über die Constitution nicht entscheidet.

Hausmannit von Filipstad in Wärrland. Dieses neue Vorkommen hat G. Rose zuerst beschrieben ²⁾: die ganze Masse besteht aus kleinen Krystallen, welche in Kalkspath eingewachsen sind. Entfernt man diesen durch Essigsäure oder verdünnte Salpetersäure, so sieht man, daß ein wenig

1) Handbuch der Mineralchemie S. 178.

2) A. a. O.

gediegen Kupfer und eine glimmer- oder talkähnliche Substanz beigemengt sind. Es sind Combinationen des Hauptoctaëders 0 und des dreifach stumpferen $\frac{0}{3}$. An jenem fand ich den Winkel in den Endkanten $106^{\circ} 12'$, in den Seitenkanten $117^{\circ} 6'$.

Beim Auflösen in Chlorwasserstoffsäure bleibt ein kleiner Rückstand in Form weißer Blättchen, in einem Versuche 1,61 Proc., in einem zweiten 0,48 Proc.

Der Sauerstoffgehalt war

6,96 Proc., volumetrisch bestimmt
6,94 Proc.; in Form von Kohlensäure aus Oxalsäure bestimmt.
Mittel 6,95 Proc.

Der Barytgehalt war = 0,10 und 0,16 Proc.

Sauerstoff	6,95
Manganoxydul	$= \frac{92,12^1}{3} = 21,056$ Sauerstoff
Baryt	0,13
Kalk	0,14
Magnesia	0,41
Wasser	0,34
	<hr/> 100,09

nach Abzug des Rückstandes, dem wahrscheinlich auch Magnesia und Wasser angehören. Da $\frac{21,05}{3} = 7,01$, so sind 0,06 Proc. Sauerstoff weniger gefunden, als die Rechnung verlangt.

Also ist auch bei diesem Hausmannit die Menge der übrigen Bestandtheile zu gering, um die Frage zu Gunsten der Formel $Mn^2 Mn$ entscheiden zu helfen.

Anhangsweise mögen hier einige Versuche mit Manganit und Pyrosulfit Platz finden.

Schön krystallisirter Manganit von Ilfeld enthielt keine Spur Baryt und nur eine unwägbare Menge Kieselsäure. Er lieferte

1) Mittel aus zwei Versuchen:

		Sauerstoff
Manganoxydoxydul	86,39 = Oxydul	80,27 18,35
Sauerstoff		9,14
Wasser		10,10 9,24
		<hr/> 99,81

während die Rechnung erfordert:

Oxydoxydul	86,59 = Oxydul	80,47
Sauerstoff		9,19
Wasser		10,34
		<hr/> 100

Pyrolusit. Ich habe mich auf die harte krystallisirte Abänderung von Platten in Böhmen (Polianit) beschränkt, die schon Plattner als sehr rein erkannt hat. Sie ist frei von Kieselsäure und Erden, und gab

Oxydoxydul	86,98 = Oxydul	80,82 18,47
Sauerstoff	19,03 } Mittel = 18,69	
	18,36 }	<hr/> 99,51

während die Rechnung

Oxydoxydul	87,6 = Oxydul	81,4
Sauerstoff		18,6
		<hr/> 100

erfordert

Die Schlussfolgerungen, zu denen die vorstehenden Untersuchungen führen, lassen sich dahin zusammenfassen:

Von den Oxyden des Mangans kennen wir folgende als natürliche Bildungen:

1) **Pyrochroit** = Manganoxydulhydrat, $\text{MnO} + \text{aq.}$ Neuerlich zu Pajsberg in Schweden gefunden.

2) **Braunit** = Manganoxyd, Mn^2O^3 , theils rein (oder ziemlich rein) vorkommend (B. von Ilmenau nach Turner!) theils Kieselsäure in beträchtlicher und wesentlicher Menge enthaltend, und dann als $(\text{Mn} + \text{Si})^2\text{O}^3$ zu bezeichnen. Während manche Abänderungen, (Ilmenau) eisenfrei sind,

1) Vielleicht ist die Vermuthung nicht allzu gewagt, daß T. die größere Menge Kieselsäure bei seiner Analyse nicht beachtet habe.

enthalten andere (St. Marcel) eine gewisse Menge Eisen an Stelle von Mangan.

3) *Manganit* = Manganoxydhydrat, $\text{Mn}^2\text{O}^3 + \text{aq.}$

4) *Hausmannit* = Mn^6O^4 , $\text{MnO} + \text{Mn}^3\text{O}^2$.

5) *Pyrolusit* = Mangansuperoxyd, MnO^2 .

Die bisher bekannten specifischen Gewichte der Manganoxyde sind grossentheils von Haidinger vor ziemlich langer Zeit bestimmt worden. Es schien mir nicht ohne Interesse zu seyn, diese Wägungen an analysirten Abänderungen zu wiederholen und auch einige künstlich dargestellte Manganoxyde hinzuzufügen.

I. Manganoxydul.

Das hier benutzte Oxydul war aus Oxydoxydul in stärker Glühhitze in Wasserstoffgas dargestellt und zeigte sich luftbeständig. Beim Glühen an der Luft nahmen 100 Th. 7,5 Sauerstoff auf.

Ist $\text{Mn} = 27$, so sind $100\text{MnO} = 107,62\text{Mn}^2\text{O}^3$; ist $\text{Mn} = 27,5$, so entsprechen sie 107,51 des letzteren, womit der Versuch übereinstimmt.

Das specifische Gewicht des Präparats wurde *a*, im Platinbecher und *b*, im Fläschchen, in beiden Fällen bei 17° bestimmt, und gefunden

$$a = 5,081$$

$$b = 5,101$$

$$\text{Mittel} = 5,091$$

II. Manganoxydoxydul.

A. Künstlich dargestelltes.

$$a, \text{ sehr helles} = 4,674$$

$$b, \text{ dunkles, aus oxals. M.} = 4,720$$

$$c, \text{ desgl.} = 4,761$$

$$\text{Mittel} = 4,718$$

B. *Hausmannit*.

$$1) \text{ von Ilmenau } a) = 4,861$$

$$b) = 4,872$$

$$2) \text{ von Filipstad } c) = 4,835$$

$$\text{Mittel} = 4,856$$

III. Manganoxyd.

A. *Künstliches*. Seine Darstellung durch gelindes Erhitzen von kohlensaurem oder oxalsaurem Manganoxydul im Luft- oder Sauerstoffstrom glückt nicht immer. Wurde die Temperatur kaum zum Glühen gesteigert, so war das Resultat im Wesentlichen Oxydoxydul, denn ein derartiges Präparat, obwohl von schwarzer Farbe, verlor beim Glühen nur 0,28 Proc. (anstatt $2\frac{1}{2}$ Proc.) und gab bei der volumetrischen Probe nur 7,3 Sauerstoff (anstatt 10,26 Proc.). Wurde es andererseits mit Salpetersäure erhitzt, ohne jedoch zu glühen, so verlor das schwarze Pulver beim Glühen 5,74 Proc. und lieferte 12,39 Proc. Sauerstoff, war folglich ein Gemenge von $3\text{Mn}^2\text{O}^3$ und 2MnO^2 , welches die Zahlen 5,84 und 12,5 ergeben würde.

Ich habe deshalb reine, auch oberflächlich nicht veränderte Krystalle von Manganit benutzt. Das Wasser ist in diesem krystallisirten Hydrat so fest gebunden, daß bei 200^0 gar nichts entweicht. Bei höheren Temperaturen gingen 10,17 Proc. fort, die sich auf 10,4 steigerten als der Boden des Tiegels sehr schwach glühte. Es entspricht dieser Verlust zwar dem Wassergehalt des Manganits (10,34 Proc.), dennoch wurde eine Sauerstoffbestimmung des entwässerten Rückstandes für nöthig gehalten, welche 10,39 Proc. (berechnet 10,26) ergab.

Das specifische Gewicht des auf diese Art dargestellten Manganoxys fand ich = 4,325

B. *Braunit*. Verschiedene Wägungen des krystallisirten B. von Elgersburg gaben die Zahlen 4,733

4,736

4,762

4,779

Mittel = 4,752.

Da der Braunit jedoch 8 Proc. Kieselsäure enthält, so läßt sich sein specifisches Gewicht mit dem der übrigen Manganoxyde eigentlich nicht direct in Vergleich setzen.

IV. Manganoxxyhydrat:
Manganit von Ilfeld, schön krystallisirt, gab . . . 4,335

V. Mangansuperoxyd.
 a) Pyrolusit, strahliger von Ilmenau . . . = 5,013
 b) (Polianit) krystallisirt, von Platten . . . = 5,005
 5,061
 Mittel = 5,026.

Mit den älteren Angaben zusammengestellt, sind die specifischen Gewichte mithin:

R.		
I. Manganoxxydul künstl.	= 5,091	4,726 Herapath
II. Oxydoxydul		
A. Künstlich dargestellt	4,718	
B. Hausmannit, kryst.	4,856	4,722 Haidinger
III. Oxyd		
A. Aus Manganit	4,325	4,323
B. Braunit (Elgersburg)	4,752	4,818 Haidinger
(St Marcel)		4,77 Damour
IV. Oxydhydrat, Manganit	4,335	4,328 Haidinger
V. Superoxyd, Pyrolusit	5,026	4,819 Turner
		4,94 "
		4,88 Breithaupt

Während aus den älteren Wägungen folgen würde, daß das specifische Gewicht der krystallisirten wasserfreien Oxyde des Mangans mit der Zunahme des Sauerstoffs gleichfalls wächst (4,72 — 4,82 — 4,9) ergibt sich jetzt, daß zwar der Hausmannit (MnO^3) leichter ist als der Pyrolusit (MnO^2), daß aber der Braunit, weil er nicht reines Oxyd ist, wiederum leichter ist als der Hausmannit.

Bei den beiden ersteren verhalten sich die specifischen Gewichte nicht wie die Atomgewichte, oder die Atomvolumina sind nicht gleich (sie stehen im Verhältniß von 10:11); wollte man aus den Atg. und dem spec. Gew. der einen Verbindung das der anderen berechnen, so würde man eine Zahl erhalten, die im einen Fall etwa um $\frac{1}{10}$ zu groß, im anderen um ebensoviel zu klein wäre.

Gerade umgekehrt sieht man bei den nicht krystallisirten Oxyden mit der Zunahme des Sauerstoffs die Dichte abnehmen (5,091 — 4,718 — 4,325); aber auch bei ihnen sind die Atomvolumen nicht gleich, sondern verhalten sich für MnO , $\text{MnO}^{\frac{1}{2}}$ und $\text{MnO}^{\frac{1}{3}}$ wie 6,9 : 8 : 9, so daß sich das specifische Gewicht keiner dieser Verbindungen durch Rechnung im Voraus bestimmen läßt.

II. *Wald und Witterung; von Dr. Berger.*

I. Dr. H. Kreutzsch hat¹⁾ an zwei heiteren, windstillen Tagen Beobachtungen zum Vergleich der Temperatur des Waldes mit der seiner Umgebung angestellt. Ein Thermometer war beidemale in einem 80- bis 100jährigen, nicht vollständig geschlossenen Fichtenwalde im Tharander Revier angebracht; am 25/26 August aber war ein zweites auf einem kahlen Holzschlag, am 23/24 September in einer mehr als mannshohen dichten Pflanzung — in gleicher Höhe 5' über dem Boden — aufgestellt. Das Thermometer des hohen Holzes war von dem andern 400 bis 500 Schritt entfernt und wurde halbstündlich von 12 Uhr Mittags bis zum andern Mittag, jedesmal 4 bis 5 Minuten nach demselben abgelesen. Hier seine Resultate:

	25/26 August		23/24 September	
	Schlag	Hohes Holz	Pflanzung	Hohes Holz
	° R.	° R.	° R.	° R.
Mitteltemperatur der 24 Stunden im Durchschnitt v. 48 Beob.	13,75	13,56	3,52	3,91
Mitteltemperatur des Tages im Durchschnitt v. 24 Beob.	16,80	14,80	6,16	5,53
Mitteltemperatur der Nacht im Durchschnitt v. 24 Beob.	11,20	12,50	0,89	2,30
Maxim. d. Temperatur während d. 24 St.	19,3	16,9	10,0	8,6
Minim. " " " " "	10,1	11,4	— 1,7	0,2
Temperaturschwankung " " " "	9,2	5,5	11,7	8,4

1) Tharander Jahrbuch, Bd. 13 (neue Folge 6) 1859, S. 257.

Hiernach steht also im Hochwald die Temperatur bei Tage niedriger, bei Nacht höher als auf dem kahlen Felde und in der niedrigen Pflanzung. *Der Wald stumpft die Temperaturextreme ab.*

Diesen Ergebnissen stehen gegenüber die Resultate der mehr als hundert innerhalb eines Jahres (vom 27. August 1860 bis zum 23. August 1861) von Zeit zu Zeit gemachten Beobachtungen Nördlinger's. Seine vier »Thermometer« waren sämmtlich im sogenannten Oberwalde auf dem Plateau zwischen Hohenheim und Stuttgart, dessen höchster Punkt 486^m über der Meeresfläche liegt, angebracht. Das erste, bei 480^m Meereshöhe des Bodens, 1^m,5 über demselben (etwa dieselbe Höhe wie bei Kreutzsch's Beobachtungen), hing an einem Klebast einer vom Westwind bestrichenen, am Waldtrauf stehenden Eiche. Man hätte es, da sein Zweck war, die Lufttemperatur auf freiem Felde anzugeben, gänzlich außerhalb des Waldes aufgehängt; indessen zeigten wiederholte Beobachtungen auf freiem Felde zwischen Wiese und Acker und an dem von Haidekraut und etwas Buschwerk umgebenen Traufbaum eine solche Uebereinstimmung, daß auf weitere Untersuchungen auf freiem Felde verzichtet wurde.

Der zweite Thermometer, 320^m vom ersten, bei 7^m tieferem Boden, 1^m,5 über diesem, war in einer sich eben schließenden, aus Nadelholz und etwas Laubholz gemischten starken Dichtung von etwa 3^m,5 Höhe aufgehängt.

Die dritte Thermometerstation, in östlicher Richtung, 770^m von der letzteren entfernt, mehr im Innern des Waldes, bei 456^m Bodenhöhe, um etwa 16^m tiefer, auf 1^m,5 über dem Boden an einer Fichte aufgehängt. An demselben Baum, in der Höhe von 4^m über dem Boden befand sich ein viertes Thermometer.

Die Instrumente waren gegen die Sonne geschützt. Das erste und zweite, ebenso das dritte und vierte konnten fast gleichzeitig miteinander abgelesen werden. Um aber von einer der Stationen 2 und 3 zur andern zu gelangen, brauchte der Beobachter, ein Forstwächter, 10 Minuten.

Wenn man die Beobachtungen so viel als bei dem Mangel näherer Angaben möglich, scheidet in zwei Gruppen, von welchen die eine alle diejenigen enthält, welche nach Sonnenunter- und vor Sonnenaufgang, die andere diejenigen, welche bei Tag gemacht sind, so ergibt sich als Mittel

		Tag	Diff.	Nacht	Diff.
Trauf	1 ^m ,5 Höhe	8,55	1,01	7,47	0,71
Dickung	1 ^m ,5 Höhe	7,54	0,46	6,76	0,13
Wald	1 ^m ,5 Höhe	7,08	— 0,51	6,63	— 0,19
Wald	4 ^m Höhe	7,59		6,82	

Während bei ruhigem oder von schwachem Winde begleitetem dichten Nebel, trüber, wolkenreicher, regnerischer, windiger Witterung, auch sofern Schnee liegt, die Temperatur in- und ausserhalb des Waldes, am Boden und in der Höhe sich gleichstellt, ist sonst im allgemeinen der Wald nicht nur bei Tag, sondern auch bei Nacht kälter als das niedere Gehölz und das freie Feld. Nur einige Ausnahmen ergeben eine (höchstens 1°,5) höhere Temperatur für den Wald. Diese Ausnahmen fallen alle in die Dämmerung, wo, wie Nördlinger vermuthet, die Bäume des Waldes noch von den Sonnenstrahlen getroffen werden, während das Feld schon im Schatten ruht, oder wo Luftströmungen im Freien stattfinden, welchen der Wald nicht gleich folgt.

Der Gegensatz, in welchem die Resultate beider Beobachter in Bezug auf heitere, ruhige Nächte stehen, veranlaßt zu einer Kritik ihrer Beobachtungsmethoden.

Die Zeit, die beide nothwendig haben, um von einer Station zur andern zu gelangen, muß, zumal in den Dämmerstunden, wo die Temperatur so sehr rasch wechselt, zu Ungenauigkeiten Veranlassung geben. Kreutzsch geht immer in derselben Richtung vom Freien nach dem Wald und dadurch summiren sich die Morgens und Abends gemachten Fehler. Bei Nördlinger ist die Richtung unbestimmt, folglich der Fehler nicht zu beurtheilen.

Doch kann hierdurch ebensowenig, als dadurch, daß, wie Nördlinger vermuthet, sein Wald (etwas) weniger

dem Gruppelche andere sich
 1
 3
 9
 Zinde
 rneri-
 die
 und
 der
 älter
 inige
 mpe-
 die
 tume
 wer-
 wo
 Wald

dicht war als der Kreutzsch's, eine solche Umkehr der Temperaturverhältnisse bewirkt werden. Was aber des ersteren Nachtbeobachtungen alle Beweiskraft nimmt, ist die Lage seiner Stationen gegen einander. Die zweite liegt nämlich 7^m tiefer als die erste, die dritte 16^m tiefer als die zweite. Die während der Nacht an den höheren Punkten erkaltete Luft senkt sich zu den tieferen hinab, welche deshalb eine niedrigere Temperatur haben *müssen*. Die geringe Abnahme der Wärme nach den tiefer gelegenen Stationen berechtigt daher nicht zu dem Schluss, daß der Wald während der Nacht eine niedrigere Temperatur habe als das Freie, dürfte vielmehr einen erwärmenden Einfluss vermuthen lassen.

Das Thermometer auf der vierten Station steht höher als das der dritten. Nimmt man an, es finde keine kalte Strömung von den höher gelegenen (freien) Punkten der Gegend statt, oder diese Strömung erreiche wohl das erste Thermometer in 1^m,5, nicht aber das zweite in 4^m Höhe, so bleibt in beiden Fällen unerklärt, daß, wie angenommen wird, von der Laubdecke des Waldes die Erniedrigung der Temperatur unter die im Freien hauptsächlich ausgehen soll und doch das ihr näher befindliche Thermometer höher stehen soll als das untere.

Unter solchen Umständen war es von Interesse, einschlägige Versuche zu machen und diese so viel wie möglich abzuändern, um die Resultate von übersehenen Zufälligkeiten unabhängig zu machen. Es wurden daher keine festen Stationen errichtet. Das 42^{cm} lange Thermometer wurde an seinem obersten Ende so gehalten, daß die Kugel möglichst weit vom Körper ab und etwas tiefer stand als die Hand, um weder von der Strahlung des Körpers noch von durch letztere veranlafte warme Strömungen beeinflusst zu werden. Indem ich nun bei einer Beobachtung das Instrument in derselben Höhe hielt, ging ich aus dem Wald ins Freie oder umgekehrt; von Zeit zu Zeit wurde still gestanden und gesehen, ob das Quecksilber gestiegen oder gefallen sey; 50 bis 100 Schritte vom oder im Wald

wurde halt gemacht und, wenn dasselbe festen Stand angenommen hatte, abgelesen. Alsdann wurde in der Regel wieder nach dem Ausgangspunkt zurückgegangen und auf dieselbe Weise beobachtet. Wenn sich eine Differenz zwischen der ersten und letzten Beobachtung herausstellte, wurde das Mittel genommen. Einigemal war ich durch die Bereitwilligkeit eines Freundes unterstützt; alsdann hielt sich der eine Beobachter im Wald, der andere etwa 100 Schritte von demselben entfernt. Von Zeit zu Zeit wurde auf ein gegebenes Zeichen von dem Beobachter außerhalb die Temperatur ausgerufen und von mir mit der im Walde verglichen. Auch versammelten wir uns beide hie und da am Saume oder auf dem äußern Standpunkt, um bei der Annäherung den Gang unserer Instrumente zu beobachten und zu vergleichen.

Es wurde in der Regel nur bei heiterem, windstillen Wetter beobachtet. Wo andere Witterung herrschte, wird dieß besonders angegeben werden.

		Wald	Saum	Feld
1864.		° R.		
8. Mai, Ab. 7 ^h	Laubwald (Frankfurter Wald)	9,6	—	8,8
1. Beobachter	Kahles Feld			
21. Juni, Ab. 9 ^h	Laubw. (andere Stelle des Frankfurter Waldes)	10,8		
1 Beob.	Roggen- und Wiesenfeld, mit Obstbäumen		8,8	
	Getreidefeld, ganz frei			8,4
28. Sept., Ab. 6 ^h	Nadelwald (andere Stelle im Frankf. Wald)	9,5	8	7
2. Beobachter	Gepflühtes Feld			
Ab. 7 ^h	Nadelw. - Wiese, 0 ^m ,7 tiefer 1)	7	—	6
Ab. 9 ^h	Laubw. - kahles Feld, 1 ^m tiefer	6	—	5

In der Nähe von Herrnsheim bei Worms befinden sich einige aus verschiedenem Laubholz bestehende Pflanzungen

1) Zwischen 6 und 7 wanderte der eine Beobachter abwechselnd durch Laub- und Nadelwald, der andere über bald gleich hoch, bald einige Fuß tiefer gelegenes Wiesen-, kahles oder bebautes Ackerfeld; es wurde etwa 10mal abgelesen; immer und überall trat der Unterschied in derselben Weise hervor.

jede von etwa 100 Schritt Breite und doppelter Länge. Die (I) ist sehr dicht, etwa 6^m hoch; sie wurde verglichen mit gleich hoch liegendem vegetationsfreiem Ackerfeld. Die zweite (II), etwas lichter, 8^m hoch, wurde mit etwa 2^m höher liegenden, die dritte (III), noch lichter, 8^m hoch, mit 0^m,8 höher liegendem kahlen Ackerfelde verglichen.

		Pflan-	Saum	Feld
		zung		
1864.		° R.	° R.	° R.
1. Oct. Ab. 5 ^h 15'	Pflanzung I	10		9,5
	" II	8,5		9
	" III	8		7
2 Beobachter { 5 ^h 50'	" "	7		6,2
	" "	6,8		6
	" "	6,8		5,8
	" "	6,5		5,2
	" " (Saum, in 2 Schritt Ent-			
	fernung)	6,5	5,8	5
	" "	5,2	4,6	4
2. Oct. Mrg. 6 ^h	Pflanzung I (vor Sonnenaufgang) — et-			
1 Beob.	was windig; der nicht voll-			
	ständig überzogene Himmel			
	hatte sich wieder aufgeklärt	6,1	5,9	5,9
6 ^h 5'	" III	6		6
3. Oct. Mitt. 4 ^h	" I (Sonnenschein, starker Ost-			
1 Beob.	wind)	7,8		9
	Bei einzelnen Windstößen	7,8		8
4 ^h 30'	" " (wolkig)	7		7
5 ^h 15'	" "	6,8		6,8
6. Oct. Mrg. 6 ^h	" " (schwache Windstöße aus			
1. Beob.	NO)	0		-0,8
	benachbarte Laubdickung, 1 ^m ,5 hoch		-0,8	
6 ^h 30'	Pflanzung III (Sonnenaufgang)	-0,1		-1,2
	an dichteren Stellen	+0,1		—
7 ^h 30'	Pflanzung I	1,2		1,2
7 ^h 45'	die benachbarte Dickung (unten u. oben)	2		1,8
7 ^h 50'	Pflanzung I	2,1		2,5
7 ^h 55'	" "	3		3,5

Lorscher Eichwald bei Bürstadt

		Wald	Feld
6. Oct. Ab. 6 ^h	Niederwald, wohlbelaubt, in gleicher Höhe mit		
	dem gepflügten Ackerfeld	7°	6°
6 ^h 30'	Hochwald, Bäume sehr weit auseinander, bis zur		
	Tiefe den Himmel offen	6	6,5
7 ^h 1)	Niederwald	6,5	6

1) Später erhob sich der Wind, in Folge dessen die Temperatur außerhalb und bald auch im Hochwald auf 7° stieg, die im Niederwald auf 6°,5 blieb. Die Beobachtung konnte nicht fortgesetzt werden.

Diesen Beobachtungen reihe ich diejenigen an, welche ein Forstschütze in derselben Weise an verschiedenen Stellen des Frankfurter Waldes machte:

	Wald	Feld	
29. Sept. Mg. 4 ^h 30'	0	0	—
7 ^h	12,5	12	—
Ab. 7 ^h 30'	10	9,5	—
30. Sept. Mg. 7 ^h	8	8	windig
Ab. 7 ^h	9,5	9,5	»
1. Oct. Mg. 4 ^h 45'	—0,2	—2	—
13. Oct. Mg. 5 ^h 30'	9	8	—
Ab. 6 ^h	9	8,8	—
Ab. 11 ^h	8	8	—
14. Oct. Mg. 5 ^h	8	7,5	—
Mg. 7 ^h	7,5	6,5	—
Ab. 11 ^h	7	7	—
15. Oct. Mg. 5 ^h	5	4,8	—
Ab. 7 ^h	3	3	windig
16. Oct. Mg. 7 ^h	1	1	windig

Hr. Lehrer Ebeling, der mich bei dem Versuch am 28. September begleitet hatte, hat die Freundlichkeit gehabt, einige Versuche bei Lich anzustellen:

		Wald	Feld
10. Nov. Ab. 5 ^h	Fichtendickicht etwa 3 ^m ,5 hoch, Boden mit Gras bewachsen	—0,5	—0,5
» 6 ^h	do. do.	—1,5	—3
» 6 ^h 30'	Fichtenhochwald; Umgebung: Wiesen	—2	—4
11. Nov. Ab. 5 ^h 10'	Das erste Dickicht	—1	—0,5
» 5 ^h 30'	Der Hochwald	—2,5	—4
» 5 ^h 45'	Laubwald (ohne Laub) in der Nähe des Fichtenwalds	—3	—4
12. Nov. $\frac{1}{2}$ St. vor Sonnenaufgang	Die beiden erstgenannten Stellen . . .	—5,5	—7

Im Allgemeinen ist zu bemerken, dafs in der Abenddämmerung die Temperatur vom Saum nach dem Freien hier nur sehr allmählich abnahm, während des Morgens die niedrige Temperatur des Freien sich bis zum Wald erstreckte; man brauchte aber nicht weit in den Wald hinein zu gehen, um seine höhere Temperatur vollständig zu erreichen. In der Herrnsheimer Pflanzung I genügten einige Schritte.

Wenn Nördlinger bei seinen Vorversuchen auf dem freiem Feld denselben Thermometerstand fand, wie an dem Klebast der Eiche am Waldsaum, so ist sehr zu bezweifeln, daß er diese Vorversuche auch während der Abenddämmerung ausgeführt habe;

Bei stärkerem Wind zeigen die angeführten Beobachtungen, wie die Nördlinger's, für Wald und Feld dieselbe Temperatur, dies versteht sich übrigens von selbst.

Ebenso selbstverständlich ist, daß (am 6. Oct.) der Bürstädter Hochwald eine niedrigere Temperatur hat als das Freie, indem alle Theile der bis unten belaubten Eichen ihre Wärme frei ausstrahlen können. Die Beobachtung vom 6. Oct. Morgens in der »benachbarten Dichtung« zeigt, daß die der Sonnenstrahlung zugängliche Blätterwerk einer ebenso raschen Erwärmung als Abkühlung fähig ist.

Die Beobachtung vom 1. Oct. in der Pflanzung II stimmt mit denen Nördlinger's überein: die Pflanzung liegt ebenso wie seine kälteren Stationen, tiefer als das Freie. Gleichzeitig aber sind die mit Freien gleich hoch oder nur wenig tiefer gelegenen Stationen wärmer; und es bestätigt sich allgemein der Satz: bei Nacht ist der geschlossene Wald wärmer als das Freie und dieser Satz gilt für Hoch- und Niederwald, für geringere Ausdehnungen ebenso wohl als für größere. Da der Wald außerdem bei Tag kühler ist als das Freie, so stumpft er die Temperaturextreme ab.

Wie erklären sich nun diese Erscheinungen?

Krutzsch: Die Blätter absorbiren die Wärmestrahlen bei Tag sehr stark, ohne sich aber in demselben Verhältniß zu erwärmen, indem die aufgenommene Wärme zur Verdunstung verbraucht wird. Wie Versuche ergeben, ist die Temperatur der Blätter stets um 1 bis 1,5° niedriger als die der umgebenden Luft. Der kahle Boden wird durch die Sonnenstrahlen viel stärker erwärmt. Da nun diese den Waldboden nicht treffen, sondern nur die kühler bleibenden Blätter, so muß die Waldluft bei Tag kühler seyn.

Bei Nacht strahlen die Blätter, welche nach Melloni

das größte Ausstrahlungsvermögen haben, die Wärme stärker aus als der kable Boden. Die mit ihnen in Berührung stehende Luft erkaltet demnach rascher, als die diesem berührende. Die auf den Blättern erkaltende Luftmasse ist nun aus zwei Gründen größer als die auf dem Freien erkaltende: 1) bieten die Blätter eine größere Oberfläche dar; 2) sinkt die erkaltete Luft herab, andere sinkt nach, erkaltet ebenfalls, sinkt wieder in den Wald herab, u. s. f. Nun geht aus seiner frühern Untersuchung über die Temperatur der Bäume¹⁾ hervor, daß in dem täglichen Temperaturgange das Maximum der Wärme in dem obern Theile des Stammes und in dessen stärkeren Aesten nicht nur bedeutend später als das Maximum der Lufttemperatur eintritt, sondern daß es auch wenigstens ebenso hoch, oder, wie im Kiefernstamme, noch höher als dieses ist. Es ist nun anzunehmen, daß in einem Walde, wo die obern Theile des Stammes und die in gleicher Höhe befindlichen Aeste nicht so beschattet sind, daß sie am Tage nicht wenigstens eine Zeit lang von den Sonnenstrahlen getroffen würden, es sich ebenso verhalte und daß, wenn bereits die Blätter durch Wärmestrahlung sich abkühlen, und die mit ihnen in unmittelbarer Berührung befindliche Luft erkaltet, diejenige dagegen, welche die stärkeren Aeste und den Stamm umgiebt, noch erwärmt wird. Es wird also die Abkühlung der zwischen den Gipfeln befindlichen Luft nicht so schnell und in dem Maasse vor sich gehen, als es ohne diesen wärmenden Einfluß der Fall seyn würde.

Die abgekühlte Luft wird ferner nicht nach der Art, eines kalten Luftstroms zum Boden herabfallen, sondern sie wird sich mit der untern wärmern Luft mischen und in Bezug auf die Temperatur ausgleichen. Es wird also sehr lange dauern, ehe die gesammte Luftmasse, welche von den Kronen der Bäume eingeschlossen ist, durch die kältere Luft, welche von den durch Strahlung abgekühlten Blättern herabsinkt, nur ein wenig erkaltet ist. Dann ist noch zu bedenken, daß die tieferen Aeste, welche in einem

1) Tharand. Jahrb. X. N. F. Bd. III S. 214 u. s. f.

Walde ineinander greifen und sich gegenseitig decken, dem Herabfallen ein großes Hinderniß entgegensetzen.

Das von Krutzsch in dieser Darlegung betonte größere Ausstrahlungsvermögen der Blätter in Verbindung mit der größeren Masse der erkaltenden Luft ist — neben der Verdunstung — allgemein als Grund einer vermeintlich niedrigeren Temperatur des Waldes angenommen. Allein man vergißt dabei meines Erachtens immer eins: in der Regel sind die dem freien Himmelsraum ihre Wärme unmittelbar und vollständig zustrahlenden Blätter die wenigsten. Vielmehr wird bei weitem die größere Zahl derselben diese Wärme nach den über, neben und unter ihnen befindlichen Blättern, Zweigen, Aesten und nach dem Erdboden ausstrahlen, von wo sie in beständiger Wechselwirkung wieder zerstreut werden, sofern sie nicht durch Leitung an die erkaltende Luft abgegeben werden. Dieser Strahlung ist es ohne Zweifel größtentheils zuzuschreiben, daß das Thermometer schon beträchtlich steigt, wenn man die ersten Schritte in einen dichten Wald thut, und daß es am Saume in der Abenddämmerung höher steht als im Freien, von welchem eine kalte Luftströmung zum Walde geht, wie sich später zeigen wird.

Um nun nach oben, der Stelle der größten Abkühlung zu gelangen, muß der Wärmestrahle, welcher ein oberhalb befindliches Blatt, einen Zweig oder Ast von unten trifft, langsam nach der entgegengesetzten Stelle geleitet werden, von wo er dann erst wieder einen Schritt weiter gelangen kann, um wieder auf ein ähnliches Hinderniß zu stoßen und so fort. Nur die äußersten Blätter sind daher unter den Thaupunkt abgekühlt, während man im Innern keinen Thau findet.

Während so die äußersten Blätter vermöge ihrer großen Strahlungsfähigkeit rasch erkalten, werden sie vermöge ihrer schlechten Leitungsfähigkeit die Luft nur langsam abkühlen. Die innern Blätter aber geben ihre Wärme an besser leitende Körper ab, an welchen sich die Luft rascher erwärmt.

Je dichter und voller also das Laubwerk ist, desto geringer ist die Wärmemenge, welche auf diese Weise für die Waldluft verloren geht. Je mehr Laubwerk dem freien Himmelsraum offen liegt, desto größer ist sie.

Umgekehrt wird die Sonnenwärme bei Tag auf dieselbe Weise nur langsam in ein Laubdickicht eindringen, während sie rascher da erwärmt, wo alles Laub ihr zugänglich ist, wie in der Herrnsheimer 1^m,5 hohen Dichtung. Da jedoch die Erwärmung bei Tag durch die Verdunstung beeinträchtigt wird, die Erkaltung bei Nacht in einer nicht geschlossenen Bepflanzung größer ist als in einer geschlossenen, so wird sich das Resultat allgemein bestätigen müssen, welches Krutzsch erhalten hat: Während die Mitteltemperatur aller 24 Stunden im Wald niedriger ist als im Freien, ist sie höher als in der oben nicht geschlossenen Fichtpflanzung.

Was nun die Verdunstung anbelangt, so wird diese bei Tag eine bedeutende Wärmemenge in Anspruch nehmen. Bei Nacht aber wird in der Regel umgekehrt durch Condensation eine große Wärmemenge frei, die der Luft wieder zu Gute kommt. Doch wird diese, wie die Erfahrung an niedrigen Pflanzen lehrt, nicht hinreichen, um die Abkühlung derselben zu verhindern.

Es ist nicht allein in Betracht zu ziehen, daß das tägliche Maximum des Stammes und der Aeste der Bäume später eintritt und eben so hoch, ja sogar höher ist als das der Luft, sondern auch, daß das Minimum nicht bis auf das Minimum der Lufttemperatur herabsinkt und von demselben um so weiter entfernt bleibt, je dicker der betreffende Theil ist, so daß der Stamm am weitesten davon entfernt bleibt. Ebenso wird der Waldboden, der sich bei Tage weniger erwärmt als das frei liegende Feld, sich bei Nacht aber auch weniger abkühlen. Am 5. Oct., wo die Temperatur der Luft um 3 Uhr Abends 9° R. war, betrug die eines gepflügten Ackerfeldes bei der Herrnsheimer Pflanzung I, 1 Zoll unter der Oberfläche, 11° die eines daneben liegenden festeren Dickrübenfeldes 10°; der Boden der

Pflanzung hatte in derselben Tiefe $6,8^{\circ}$; den folgenden Morgen um 7 Uhr, wo die Lufttemperatur im Freien und in der Pflanzung $1,2^{\circ}$ betrug, war die Bodentemperatur in derselben Folge 1° , $0,2^{\circ}$, $3,5^{\circ}$.

Wenn also die kalte Luft wirklich herabfiel, so würde sie sich am Boden und an den Stämmen wieder erwärmen.

Bevor ich übrigens zur eigentlichen Ursache übergehe, warum gar keine kalte Luft herabfällt, erlaube ich mir eine Bemerkung über das Eindringen des horizontalen Luftstromes in den Wald. Hagen¹⁾ hat eine kammartig durchbrochene Wand vor einen horizontalen Luftstrom gestellt in welchen er von oben feinen Sand fallen liefs. Dieser anfänglich von dem Strome mitgeführt, lagerte sich dicht vor und hinter der Wand an. Die Ursache ist leicht zu sehen. Die Luft wird in ihrer Strömung von den festen Theilen des Kammes gehemmt, und lagert sich keilförmig vor denselben an. Je nach der Entfernung, in welcher die durch die Oeffnung gehende Luft abgelenkt, tritt sie auf der andern Seite unter einem grössern oder kleinern Winkel unter vielfachen Durchkreuzungen und Wirbeln aus. Dafs aber hierdurch die Intensität in der ursprünglichen Richtung bedeutend vermindert wird, ist klar, ebenso, dafs diese Verminderung um so bedeutender, je stärker die Strömung ist. Der stärkste Wind wird daher 50 Schritt innerhalb eines Waldes, in welchem dieser Vorgang sich oft wiederholt, nicht mehr empfunden, ebensowenig die Temperaturschwankungen, die durch denselben veranlafst werden können. Am 18. August 1863 z. B., Morgens zwischen 9 und 11 Uhr schwankte die Temperatur ausserhalb des sogenannten Röder-Wäldchens (Laub- und Nadelholz) bei starken Windstößen zwischen 16 und 18° R.; 40 bis 50 Schritte innerhalb desselben betrug sie constant 15° .

Bei der Beobachtung vom 3. und der vom 6. October 1864 verhielt sich's ähnlich. — Der Gang der Temperatur ist also im Wald viel gleichmäfsiger als im Freien.

Eine sanfte Strömung dagegen wird bei weitem weni-

1) Sitzungsberichte der Berliner Akademie 1863, S. 271.

ger gehemmt werden, besonders wenn sie im Walde selbst ihre Ursache findet, wird also verhältnißmäfsig weiter in denselben eindringen.

Denkt man sich nun die Seiten des Waldes und die oberste Laubdecke für die Luft undurchdringlich, aber mit demselben Ausstrahlungsvermögen, so wird die über letzterer erkaltete Luft um so leichter nach den Seiten abfließen, als die Luft in der entsprechenden Höhe über dem wärmeren Felde eine noch höhere Temperatur besitzt als am Boden (Pictet). Sie wird dort herabsinken, die wärmere Luft dafür aufsteigen, um sich auf der Laubdecke abzukühlen und den Kreislauf von neuem zu veranlassen. Im Innern des Waldes wird sich eine Luftmasse mit einer höheren Temperatur als die der Umgebung befinden.

Nehmen wir nun Seiten und Laubdecke, wie sie sind, so wird die kältere, dichtere Luft des Freien in der Tiefe sich schon von der Zeit an, wo die Sonne ihren erwärmenden Einfluß von den Spitzen der Bäume kaum zurückgezogen hat, in den Wald drängen, also nicht mehr der von der Decke herabfallenden entgegenströmen. Die obere Waldluft wird also um so mehr nach den Seiten abziehen veranlaßt werden. Da sie aber schwerer ist, als die senkrecht unter ihr befindliche Luft, so werden die einzelnen Theilchen zugleich herabsinken, sich aber bald wieder erwärmen und in Folge dessen wieder emporsteigen. Sie werden sich also in einer wellenförmigen Bahn nach den Seiten bewegen. Diese wellenförmige Bewegung würde sich bis zum Boden fortpflanzen, also eine Abkühlung bis zu diesem bewirken, wenn ihr nicht der aufsteigende Strom entgegen träte. Indem nämlich die Luft vom Freien in den Wald eindringt, steigt die warme Waldluft empor; die eingeströmte Luft erwärmt sich und steigt ebenfalls empor. Die Kraft, mit welcher dieses Emporströmen stattfindet, wird zunächst von der Temperaturdifferenz der Luft des Freien und der des Waldinnern abhängen. Indem nun aber die aufsteigende Luft sich an den Stämmen, Aesten und Blättern erwärmt, wird ihr specifisches Gewicht gerin-

ger, die Geschwindigkeit aber in demselben Maasse größer; und da die lebendige Kraft dem Quadrate der letztern und der ersten Potenz der erstern entspricht, so wächst dieselbe beim Aufsteigen. Die lebendige Kraft eines von oben herabfallenden Theilchens aber nimmt rasch ab, indem die Geschwindigkeit nach unten sich ebenso wie das specifische Gewicht verringert. Es wird also die Amplitude der Wellenbewegung von der Laubdecke nach unten rasch abnehmen; die Stelle, wo die beiden lebendigen Kräfte sich gegenseitig aufheben und nur noch ein Zug in horizontaler Richtung nach den Seiten hin stattfindet, welchem die aufgestiegenen und die herabgesunkenen Theilchen folgen, wird nicht weit unter der Laubdecke sich befinden. Die Gränzen jener Wellenbewegung oberhalb des aufsteigenden Stromes dürften etwa die beiden Temperaturextreme, das Minimum in der Laubdecke und das Maximum im Gezweige seyn. Es wird demnach während der Nacht der Kreislauf von dem Freien nach dem Wald, von dessen Boden zu den Wipfeln, von da nach dem Freien und dort wieder zur Tiefe sich vollenden.

Bei Tage wird umgekehrt die kühlere Waldluft sich über das Freie ergießen, dort sich erwärmen ebenfalls — nur viel höher — emporsteigen, sich über den Wald herabsenken, um sich abzukühlen und den Kreislauf aufs neue zu beginnen.

Hier der directe Nachweis dieser für mein Thema wichtigen Strömungen.

An einer Stelle des Frankfurter Waldes zieht der Saum des Hochlaubholzes in der Richtung SSO — NNW mehrere hundert Meter lang; an beiden Enden desselben setzt sich der Wald nahezu rechtwinklig auf diese Richtung noch einige hundert Schritte fort, so daß der Saum nach NO frei liegt. An dem sehr heißen, vollständig heiteren 24. Juni wehte der allgemeine Wind während des Versuches, wie sich aus zeitlich wiederholten Beobachtungen ergab, beständig schwach aus SO also schräg gegen den betreffenden Saum. Unmittelbar an demselben zog ein breiter Gras-

weg hin, dann folgte ein Roggen-, weiter ab ein Kartoffelfeld. Der Rauch von glimmendem Feuerschwamm wurde um 7 Uhr und später von dem Waldstrom senkrecht auf den Saum nach dem Freien hin getrieben. Auf der Chaussée, die dem südlichen Vorsprung entlang in den Wald zieht, ging die Strömung innerhalb des Waldes schräge nach dem freien Felde hin. Nach 8 Uhr ging die Sonne unter. Gegen 9 begann der Rauch seine Richtung nicht mehr so entschieden zu verfolgen, mehr in der Richtung des allgemeinen Windes zu ziehen und senkrecht aufzusteigen, was vorhin nicht der Fall war. Nach 9 Uhr strömte er an einzelnen dicht belaubten Stellen entschieden in den Wald, fast senkrecht auf den Saum. An Stellen, welche des hohen Buschwerks entbehrten, wo das Laubwerk der hohen Bäume überhaupt lichter war, wehte der Wind noch schwach aus dem Wald heraus. Um 9 $\frac{1}{2}$ Uhr war der Zug allgemein und ebenso entschieden in den Wald hinein gerichtet, als er um 7 Uhr von ihm abgegangen war. An der bezeichneten Stelle der Chaussée durchkreuzte die jetzige Richtung die vorherige. Auch da, wo der südliche Vorsprung vom freien Felde begränzt war, lenkte der Wind von Zeit zu Zeit von der ursprünglichen Richtung gegen den Saum hin ab.

Die von dem Wald veranlafste Strömung war jedoch nicht so stark, dafs sie fähig gewesen wäre, etwa eine Umkehr des allgemeinen Windes zu veranlassen; denn um 11 Uhr stellten sich an dem Vorsprung wohl zeitlich Rückschwankungen des Rauches ein, die aber alsbald wieder dem allgemeinen Strome wichen, ohne jedoch jene Ablenkung zu verleugnen. Und als ich zu dieser Zeit den nördlichen Saum des Waldes, der an eine grofse Wiese gränzt, besuchte, traten auch nur diese alsbald wieder unterbrochenen Rückschwankungen hervor.

Der vom Walde bei Tage abgehende Rauch wurde am Saum in der Regel schräg nach dem Boden, der bei Nacht in denselben hineingehende aufwärts getrieben. Noch in einer Entfernung von 30 bis 40 Schritten war die nächt-

liche Strömung deutlich zu erkennen. Der von dem Wald herabdringende kalte Strom muß sich demnach sehr langsam herabsenken, wie denn auch die von kalten Fenstern in ein geheiztes Zimmer herabfallende abgekühlte Luft nicht unmittelbar an dem Fenstergesimse, sondern in einem weiten Bogen herabsinkt¹⁾. Die der nächsten Umgebung durch beschränkte Aus- und durch Zustrahlung von dem Laubwerk erhaltene Wärme wird daher durch diesen kalten Strom nicht aufgehoben.

Ich habe diese Versuche an einem kleinen schmalen, aus hohem Laubholz und Buschwerk bestehenden Gehölz in der Nähe von Frankfurt öfter wiederholt. Wenn schwacher Wind schräg auf die Längsaxe desselben (eine mit ihr parallele Strömung habe ich nie antreffen können) wehte, zeigte sich die Strömung nach dem Freien hin beiderseits entschieden; die nach dem Innern trat jedoch nur auf dem dem Winde zugekehrten Saum entschieden hervor; auf der andern Seite zeigte sich in der Regel nur eine Ablenkung der allgemeinen Richtung nach dem Saume hin, wobei ebenfalls Schwankungen nach dem Innern des Gehölzes zeitlich vorkamen. Sogar an einzelnen bei einander stehenden Bäumen läßt sich der richtende Einfluss noch erkennen, der nächtliche jedoch nur in der Abenddämmerung.

Hinter dem Forsthause im Frankfurter Wald befindet sich eine mehre Meter im Durchmesser haltende freie Stelle die rings umgeben ist von hohen Eichen und dichtem Buschwerk. Diese Stelle wurde am 31. Mai 1863 Nachmittags stark von den Sonnenstrahlen erhitzt, welche in das Laubwerk nicht eindringen konnten. Der Rauch einer Cigarre wurde auf dem ganzen Umfang von dem Laubwerk nach dem Mittelpunkt der freien Stelle hingetrieben. Sobald jedoch die Wipfel der Bäume durch einen Windstofs bewegt wurden, trat eine Störung ein.

In einem Durchweg zwischen einer dichten Fichtenpflan-

1) Vergl. die von meinen Schülern angestellten Versuche in »Naturwissenschaft, Glaube, Schule.« Frankfurt a. M., Hamacher, 1864.

zung nach zwei freien Stellen zog der Cigarrenrauch unbestimmt bald nach dem einen, bald nach dem andern Ausgange. Sobald aber die eine Wand von der Sonne beschienen wurde, zog er entschieden nach demselben empor, Diese Beispiele lassen leicht erkennen, wie Abwechslung in der Belaubung zu den mannigfachsten Strömungen Veranlassung geben kann.

Trotzdem, daß die Strömungen in der Tiefe die entsprechenden in der Höhe nothwendig voraussetzen, wäre es doch von Interesse gewesen, letztere ebenfalls durch den Versuch nachzuweisen; aber die Schwierigkeiten sind zu bedeutend. Indefs scheinen dieselben sich doch auch in der Tiefe zu erkennen zu geben. Der Zunderrauch, der in ruhiger Luft senkrecht in die Höhe steigt, ist im Innern des Waldes, wie ich öfter beobachtet habe, bei Tag beständigen Schwankungen unterworfen, schlängelt sich fortwährend hin und her, wird häufig nach unten zurückgetrieben und arbeitet sich dann wieder mühsam empor — dieß alles jedenfalls in Folge des herabsinkenden Stromes. Dieselben Schwankungen bemerkte ich nun bei Nacht in einer Entfernung vom Saum, wo die Strömung nach dem Walde nicht mehr entschieden hervortrat. In dieser Entfernung wurde er sogar öfter nach der entgegengesetzten Richtung — vom Walde — abgetrieben. Es scheint sich hier der von den Wipfeln herabsinkende Strom einzustellen.

Im Allgemeinen wirkt nach dem Gesagten der Wald wie ein Gebirge oder eine Wasserfläche und veranlaßt so die »Luftströmungen« und den »Zug«, welchen Forstleute und Waldbewohner, besonders Morgens und Abends, wo die Temperaturerniedrigung am empfindlichsten wird, am Waldsaume verspüren. Je höher er ist und je dichter seine Belaubung, desto gröfser sind die Masse und der Temperaturunterschied der eingeschlossenen Luft im Vergleich zu der äußern, desto bedeutsamer die durch ihn veranlaßten Strömungen.

II. Welchen Einfluss hat nun der Wald auf die *Feuchtigkeit*?

Ich kann und werde bei Erörterung dieser Frage nicht näher darauf eingehen, ob, wie sich aus den Untersuchungen von Hartig und Schübler ergibt, die Verdunstung des Waldes wirklich $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{12}$ von der der Wiese beträgt, ob mehr oder weniger, inwiefern das Hängenbleiben des Regens und Schnee's auf Blättern und Aesten, das langsamere Herabfallen und das Zerstäuben des erstern, das längere Liegenbleiben des letzteren im Frühjahr, das Eindringen der Feuchtigkeit in den Boden usw. dabei wirkt; sondern mich auf Schlüsse aus den obigen Betrachtungen beschränken. Da zunächst die Sonne nicht unmittelbar auf das Innere des Waldes einwirkt, da ferner die allgemeinen Luftströmungen in diesem wenig wirken, so wird ihm im allgemeinen verhältnißmäßig weniger Feuchtigkeit entzogen als dem Freien. Wenn ferner bei Tage die kältere Luft beim Beginn ihres Kreislaufs Feuchtigkeit aus dem Walde mit in's Freie bringt, so vermehrt sich mit deren Erwärmung die Capacität, und der relative Feuchtigkeitsgehalt wird geringer. Das dampfförmige Wasser steigt mit in die Höhe und wird von oben demselben wieder zurückgegeben. Bei Nacht wird die Luft die im Freien niedergeschlagene Feuchtigkeit theilweise aufsaugen und mit in den Wald führen. Von diesem wird sie nicht wieder zurückgegeben; denn beim Aufsteigen wird sie an den obern Blättern condensirt, und der hierdurch und durch die Abkühlung der von oben herabsinkenden Luft gebildete Thau fällt zum Boden herab¹⁾. Es muß folglich das Freie in der Nähe von Wäldern — und da die Dampfatmosphären benachbarter Schichten sich beständig auszugleichen streben,

1) Nach Boussingault (die Landwirthschaft, übersetzt von Gräger 1844, S. 456) ist in den südamerikanischen Steppen diese Thaubildung trotz der Regenlosigkeit so stark, daß man den Niederschlag in hellen Nächten als Regen beständig von den Blättern der Bäume herabfallen und bei guter Beleuchtung das Wasser von den obern Zweigen herabrieseln sieht. Auch in unsern Wäldern findet der Thauregen, wenn gleich weniger stark, statt.

auch in deren weiterer Umgebung — austrocknen, der Wald selbst feuchter werden. So erklärt sich die allgemein anerkannte große Feuchtigkeit des letzteren und sein günstiger Einfluss auf den Wasserreichthum der Bäche, Flüsse und Seen; so wird sich ferner erklären, warum die Vegetation unmittelbar am Waldsaum an Dürre leidet und warum nach Dove und Desor die in Nordamerika sich ansiedelnden deutschen Frauen, trotz der großen Regenmenge, über das schnelle Trocknen der Wäsche in angenehmes Erstaunen und über das schnelle Austrocknen des Brodes in Verzweiflung gerathen, warum dort die Eisblumen an den Fenstern fehlen, die Wiener Flügel bald durch Austrocknung verlieren, usw.

Es dürfte hier der Ort seyn, von einigen Erscheinungen in Bezug auf die Nebelbildung zu sprechen. Man versucht hie und da, alle Vorgänge der Art auf einerlei Ursache zurück zu führen, während man jeden einzelnen Fall für sich betrachten und zergliedern sollte.

Wenn die Sonne des Morgens die feuchten Spitzen der Bäume erwärmt, während die Umgebung noch im Schatten ruht, steigt die nahezu gesättigte Luft von ihnen empor in noch kältere Schichten; es beginnt in einiger Entfernung die Condensation; durch die hierdurch frei gewordene Wärme wird die Steigkraft und dadurch wieder die Nebelbildung vermehrt. Weiter oben, wo die Luft durch den nächtlichen Kreislauf ausgetrocknet ist, löst sich die Wolke allmählich wieder auf. Wenn die Sonne die Tiefe bescheint, so ist die Nebelbildung, auch wenn hinlänglich Feuchtigkeit vorhanden, doch nicht mehr leicht möglich, weil die Luft schon zu sehr erwärmt, außerdem durch den beginnenden täglichen Kreislauf dem Wald alsbald wieder zugeführt wird.

Nach Regen bilden sich über dem Wald häufig Nebel, über die man verschiedene — nicht befriedigende — Erklärungen gegeben hat. Ich erlaube mir folgende Betrachtung. Als ich im Juli dieses Jahres den Staubbach besuchte und mit einem Schirm mich demselben näherte,

wurde dieser mächtig herabgedrückt, ohne stark benetzt zu werden. Der Druck wurde offenbar durch die mit dem Wasser herabgeführte kalte und durch die Verdunstung weiter erkältete Luft bewirkt. Die Kühle war empfindlich und selbst in gröfserer Entfernung wurde der Schirm noch stark nach den verschiedensten Richtungen bewegt, während die Atmosphäre sonst ruhig war.

Als ich einige Tage später von Wäggis aus den Rigi bestieg, fiel ein kühler, dichter Regen mit mehrern Unterbrechungen. Bei jeder Unterbrechung stieg von der Zeit an, wo der Regen spärlicher fiel, ein dichter Nebel aus dem Vierwaldstädter See empor. Später hellte sich der Himmel auf, die Nebel stellten sich ein; nur aus einer Einbuchtung des See's stiegen sie noch massenhaft empor und zogen bis zu einer Höhe von mehrern Metern über dem Wasser hin. In diese Einbuchtung ergiessen sich einige Bergbäche. Die Temperatur eines derselben betrug $10,2^{\circ}$ R. Am folgenden Tage hatte der See 14° R., war also auch ohne allen Zweifel zur Zeit der ersten Messung wärmer als der Bach. Ich denke nun, die kälteren Bäche (da sie nicht weit von einander entspringen, hatten sie wohl alle die Temperatur des einen) haben die kalte Luft mit herabgeführt. Diese hat die warme, gesättigte Luft auf dem Seespiegel emporgedrängt und die Condensation ihrer Feuchtigkeit bewirkt. Durch diese Condensation wurde die Steigkraft vermehrt und so die Bedingung zu weiterer Nebelbildung gegeben.

Die Nebel bei den Unterbrechungen des Regens auf dem ganzen See werden sich auf ähnliche Art gebildet haben. Der Regen führt die kältere Luft mit in die unteren Schichten herab; sobald er nun in weniger grofsen Mengen fällt, wird die auf dem unbedeutend abgekühlten Seespiegel aufliegende gesättigte Schicht emporsteigen, ohne daß ihre Feuchtigkeit durch die herabfallenden Tropfen condensirt würde, wie dieß während des Regens geschah; es entstehen Nebel in den kälteren Luftschichten.

Da der Regen zunächst auf die Blätter und Aeste der

Waldbäume auffällt und von da erst nach öfterem Aufenthalt zum Boden kommt, so wird er die Waldluft weniger durch mitgeführte kalte Luft abkühlen. Dieselbe wird weiter beim Aufsteigen an den Stämmen, Aesten und Blättern Wärme und Feuchtigkeit bis zur Sättigung aufnehmen und über dem Laubwerk Nebel ausscheiden.

Häufig sieht man an heiteren Tagen Waldwege und freie Stellen voller Nebel, während im Dickicht die Luft klar ist. Da diese Stellen dem Sonnenlicht und der Erwärmung mehr zugänglich sind, steigt die aus der Umgebung in der Tiefe hereindringende feuchte, kältere Luft über ihnen empor; indem sie am Boden erwärmt und in gleichem Maasse mit Feuchtigkeit weiter geschwängert wird, die oben eindringende aber kühl bleibt, bilden sich die zur Nebelbildung nöthigen Strömungen¹⁾.

III. Wenn die *Abhänge und Höhen eines Thales* bewaldet sind, so werden Thal- und Waldwinde in einander entgegengesetzter Richtung wehen. Bei Tage geht der Thalwind bergauf, der Waldwind *aus* dem Wald, thalab; Nachts umgekehrt. In einem Aufsatz »über den Wisper- und den Bodenthalwind«²⁾ habe ich erwähnt, dafs mir selbst beim höchsten Sonnenstande, auch wenn der allgemeine Wind direct entgegen wehte, ein kalter Strom aus mehreren dunkelbelaubten Schluchten des Wisperthals entgegen kam, der den Rauch von Feuerschwamm heftig in das Thalbecken hinein jagte. Dagegen strömte der Rauch von der Fabrik, zwei Stunden oberhalb Lorch empor, dem waldigen Abhang zu und versank im Laubholz.

Wenn die kältere Luft bei Tage aus dem Wald von dem Abhang zur unbewaldeten Tiefe strömt, so wird sie dort erwärmt und steigt wieder empor, um sich nach dem Laubwerk zu begeben und dort noch weiter, als es durch das Aufsteigen an und für sich geschehen, abzukühlen und den Kreislauf von Neuem zu beginnen. Bei Tage ist also

1) Pogg. Ann. Bd. 118, S. 456.

2) Petermann's Mittheilungen, 1864, S. 204.

der Vorgang im Wesentlichen derselbe, wie bei dem Wald in der Ebene.

Bei Nacht aber, wo der Wald zunächst auch am Abhange wärmer seyn wird, wird sich die Luft in der Tiefe abkühlen, aber nicht nach dem höher aufsteigenden Waldinnern strömen können, sondern in der Ebene liegen bleiben. Die abgekühlte Luft des Laubwerks wird also bald nicht mehr, wie auf ebenem Boden, nach dem Freien ziehen können; sie wird in das Innere des Waldes und zugleich am Abhange hinabsinken, dort sich erwärmen und in Folge dessen bald wieder vom Boden auf und am Abhange emporsteigen, bis sie, am obersten Laub abgekühlt, mit der von oben hereingesunkenen kalten Luft den Rückweg zum Boden und weiter in die Tiefe von Neuem beginnt und bis sie endlich, nach wiederholtem Kreislauf unter die Temperatur der Ebene abgekühlt, in dieser zur Ruhe gelangt.

Je weiter unten am Bergabhange, desto kühler wird also die Luft im Allgemeinen seyn. In einiger Höhe über dem Boden, wo die herabgesunkene Luft sich im Gezweige schon erwärmt, die aufsteigende sich noch nicht abgekühlt hat, im Gegentheil fortwährend noch Wärme aufnimmt, kann die Temperatur höher seyn als am Boden, wo die Luft, nachdem sie an den kalten Blättern ausgetrocknet worden, wieder Feuchtigkeit aufnimmt und somit Wärme bindet. In Nördlinger's Beobachtungen beträgt der Ueberschufs der Temperatur in 4^m über die in 1^m,5 Höhe im Mittel jedoch nur 0°,13 C., und unter den 53 Beobachtungen, die man ungefähr hieher zählen darf, ergeben 27 eine für beide Stationen gleiche, 21 eine oben, 5 eine unten höhere Temperatur.

In dem auf der Ebene befindlichen Wald wird sich das Verhältniß für die höhere Station wahrscheinlich günstiger ergeben.

Da die Abkühlung an dem Walddach bedeutender ist, als die auf dem Freien, da ferner die Wiedererwärmung an dem Waldboden, der bei Tag weniger erwärmt worden ist, jedenfalls die gröfsere Abkühlung nicht compensirt, so

mufs bei Nacht die Temperatur am waldigen Thalhange, ebenso wie bei Tag, niedriger seyn als auf der daranstoßenden freien Hochebene; und man sollte denken, der Unterschied zwischen der dritten Station Nördlinger's und der 23^m höher gelegenen ersten im Freien müßte größer seyn, als er sich herausstellt; zwischen den beiden Mitteln beträgt er nur 0°,84 C. Allein die erkaltete Luft der Hochebene sinkt rascher an dem Waldabhange hinab, als sie in den Wald auf gleicher Ebene eindringen würde, und wird ersetzt durch die von den Wipfeln niederfallende kältere Luft, wodurch die Temperatur der Hochebene weiter herabgedrückt wird.

Der Wald wird also die Hoch- und Tiefebene bei Nacht bedeutender abkühlen als es eine kahle Bergwand thun würde.

An den bisherigen Ueberlegungen wird nichts geändert, wenn, wie es in Thälern geschieht, die Luft in der Sohle nach der Thalmündung abfließt; denn dieses Abfließen ist ja eben hauptsächlich nur die Wirkung eines Druckes der abgekühlten Luft in den oberen Theilen des Thalbettes.

Bei Tage wo die im Thale mit waldigen Abhängen aufsteigende Luft und Feuchtigkeit demselben größtentheils wieder zurückgebracht wird, also nicht zu den benachbarten Höhen steigt, wird die Hochebene durch sie nicht erwärmt und wird ihr die Feuchtigkeit des Thales und Hanges bei Tage vorenthalten, bei Nacht entzogen.

Der Gesamteinfluß des waldigen Thales auf die Hochebene wird also, mehr noch als der des Waldes auf gleicher Ebene, ein abkühlender und austrocknender seyn. Diefs bestätigt sich an den Hochflächen am Wisperthal; und vom Harze her wird vielfach geklagt über die Trockenheit, welche die Wiederaufforstung bloßgelegter Stellen bewirkt.

Der Thalsohle wird dagegen die Waldluft, deren relative Feuchtigkeit groß ist, bei Tag und bei Nacht zugeführt; in letzterer wird dieser Wassergehalt daselbst niedergeschlagen und dem Boden gegeben, der sich also durch

größere Feuchtigkeit auszeichnet. Bei Tage wird die durch das Einströmen der kälteren Waldluft bewirkte Abkühlung zwar von der nach der Thalsohle reflectirten Sonnenwärme aufgehoben oder gar übertroffen werden; da aber diese einströmende Luft zugleich feucht ist, so wird die Verdunstung nicht gleichen Schritt halten mit der Temperaturzunahme, woher es kommen mag, daß die Hitze in Thälern so unerträglich erscheint.

Wird eine *beschränkte* Stelle am Thalgehänge bloßgelegt, so wird sie während der Nacht durch Strahlung stärker erkalten als der Waldboden ober- und unterhalb. Die von oben kommende feuchte Luft wird da ihr Wasser absetzen und in den untern Wald um so rascher einströmen, je kühler sie geworden ist. Dadurch wird der Stelle eine größere Feuchtigkeitsmenge zugeführt, die von dem aufgelockerten, humusreichen Boden aufgesogen, bei Tage aber weniger verdampft wird, weil zu dieser Zeit die kühlere feuchte Luft ebenfalls, von oben herab darüber hinfließt und außerdem die Erwärmung durch die Sonne nicht so stark ist als in der Thalsohle, ganz abgesehen davon, daß ein verhältnißmäßig großer Theil der Stelle im Schatten liegt. Daher mag es kommen, daß der Waldboden, wie Nördlinger¹⁾ bemerkt, nicht bloß auf Bergeshöhen von 1000 bis 2000^{mm} über der Meeresfläche, wie auf dem Schwarzwald, sondern auch in Schönbuch bei 500^{mm} und in der Gegend von Hohenheim bei 400^{mm} nach *beschränkter* Bloßlegung leicht versauert, wogegen der nachwachsende junge Bestand Nässe und Binsen wieder vollständig beseitigt. Die Erklärung von Nördlinger, daß nämlich die Kronen und Wurzeln der Bäume die Feuchtigkeit aufsaugen, ist, wie mir scheint, nicht zulässig; denn nach dieser müßte die Versauerung bei Bloßlegung weit ausgedehnter Strecken, wobei alsdann die saugende Kraft der Bäume wegen der größeren Entfernung gar nicht mehr wirken kann, in viel größerem Maasse stattfinden, was doch nicht der Fall seyn dürfte.

1) Kritische Blätter, Bd. 24, S. 172.

IV. In verschiedenen Schriften ist schon oft geschildert worden, wie die warmen Länder — Griechenland, Persien, Aegypten etc. — verödeten in Folge der Anrodung ihrer Wälder oder der Vernachlässigung ihrer künstlichen Bewässerung. Während der Napoleonischen Expedition hat es in Aegypten von November 1798 bis Ende August 1799 nur ein einziges Mal eine halbe Stunde geregnet. Dagegen regnet es nach Marmont¹⁾ seit Mehmed Ali's großartigen Baumwollenpflanzungen bei Alexandrien an 30 bis 40 Tagen im Jahre, im Winter oft 5—6 Tage hinter einander. Seitdem die Bäume an den Gränzen des Nilthales in Ober-Egypten umgehauen sind, haben die vor 80 Jahren noch ziemlich häufigen Regen aufgehört und die Wiesen sind verdorrt. Nach Dove²⁾ sind die Azoren, die kanarischen Inseln und die des grünen Vorgebirgs verödet, nachdem man die Wälder vertilgte. Nach Boussingault³⁾ sank der Wasserspiegel eines Sees im Thale Aragua (Südamerika) in Folge ausgedehnter Urbarmachung 30 Jahre lang und stieg wieder, als in Folge von Kriegen die Felder vernachlässigt wurden und sich wieder mit Wald überzogen. Es scheint also der Wald in den heißen Ländern einen entschiedenen Einfluss auf die Regen auszuüben.

Für unsere Klimate wird dieser Einfluss nicht so allgemein anerkannt. Der Graf Gasparin⁴⁾ z. B. leugnet ihn. Indem er auf das Sinken der Wasserspiegel der Oder, Elbe usw. hinweist, erinnert er daran, daß auch der des Rheins oberhalb Basel sinke, obgleich dieser Theil des Stromes seine Wasser hauptsächlich Gletschern verdanke und einen Waldstrich durchlaufe, der von Waldrodungen wenig heimgesucht worden; sodann an die Wolga, deren Stromgebiet so ungeheuer groß sey, daß die Rodungen am Ural, verschwindend klein, unmöglich Veranlassung zu den Klagen über die zunehmende Wasserarmuth dieses

1) Pogg. Ann. Bd. 38, S. 623.

2) Klimatologische Beiträge I. Berlin 1857, S. 94.

3) Die Landwirthschaft . . . deutsch von Gräger, 1845, S. 469.

4) *Cours d'agriculture*, vol. II, 1845, p. 145.

Stromes geben können. Untersuchungen über die seit 39 bis 145 Jahren zu Paris, Larochele, Viviers und Mailand gefallenen Regenmengen ergaben ihm, dafs an diesen Orten trotz der Rodungen eine kleine Zunahme stattgefunden habe. — Auch die Untersuchungen über die Zahl der Regentage ergeben bald keine, bald ungenügende Unterschiede. Der Grund der Wasserabnahme sey in allgemeinen meteorologischen Umständen zu suchen. Bemerken wir jedoch, dafs der französische Staatswald bei Paris noch 20556 Hektare beträgt¹⁾ und es sich ähnlich an den andern Orten verhalten mag, so dafs es also bei Weitem nicht zur gänzlichen Ausrodung der Wälder gekommen ist, dafs vielmehr die Abwechselung zwischen Wald und Feld, auf welche es eigentlich ankommt (s. weiter unten), gröfser geworden seyn wird.

Nachdem Dove nachgewiesen, dafs das in Europa niederfallende Wasser dem südlichen Meere entstieg ist, erklärt er das Dunsterzeugnifs auf dem Festlande für wenig erheblich und glaubt an einen grofsen Einflufs der Kulturveränderungen auf den Regenfall nicht, giebt jedoch zu, dafs Waldungen ebenso wie andere Terrainabwechselungen das Regenfallgesetz modificiren können. Fehlen diese Abwechselungen, so wird möglicherweise der Niederschlag noch mehr als sonst sich nach dem allgemeinen Gesetze richten und die regenreiche Sommer- sowie die regenarme Winterperiode Deutschlands noch entschiedener hervortreten. Die Ueberschwemmungen in dem entwaldeten Rhonegebiet und die Regenverhältnisse Nordamerikas, wo eine längere Reihe von Beobachtungen nothwendig, um das Gesetz zu erkennen, nach welchem die Regenmenge sich vertheilt, während in Europa einige Jahre hinreichend sind, bieten ihm Belege für diese Ansicht.

Nach Krutzsch²⁾ hat dagegen das Strömen der Luft über Wald in der Görlitzer Haide einen Mehrfall an Regen von nahe zu $\frac{1}{4}$ herbeigeführt.

1) Kritische Blätter, Bd. 24, S. 150.

2) Stöckhardt's chemischer Ackersmann 1861, No. 3, S. 135.

Wie Rivière¹⁾ erzählt, litten die Felder in dem Districte le Bocage in der Vendée an Wassertüberflus. Seit den im Jahre 1808 begonnenen vielen Urbarmachungen fehlt der Regen oft. Zu Bourbon-Vendée geben Springbrunnen und Pumpen zuweilen nur sparsam Wasser. Im Jahre 1821 besaß nach ihm die Provence einen Reichtum an Bächen und Quellen. In diesem Jahre erfroren die Oelbäume, die fast Wälder bildeten, und wurden umgehauen. Von da an versiegten die Quellen und der Ackerbau wurde schwierig.

In der Provinz Rheinhessen hat man seit Beginn des Jahrhunderts alles Land urbar gemacht. Müller wollen seit dem Jahre 1811 eine Abnahme des Wassers in den Bächen bemerkt haben. Jetzt ist der Mangel so groß, daß viele Quellen versiegen, daß manche Orte Tausende auf Brunnenbauten verwenden und dennoch nicht hinreichend Wasser haben. Manche Bauern müssen den Bedarf für ihr Vieh mehrere Stunden Wegs weit holen.

Es ist bekannt, daß die Regenmenge überall mit der Annäherung an die Gebirge zunimmt, über weiten einförmigen Länderstrecken dagegen fehlt. Dove hat in seinen neuesten Arbeiten nachgewiesen, daß die dem herandringenden Strom zugewendete Seite den Niederschlag vermehrt, wodurch dieser für denselben Strom natürlich auf der andern Seite kleiner ausfällt.

Es ist aber auch ferner anerkannt, daß die Wolken- und Regenbildung durch den im Gebirge aufsteigenden Luftstrom schon vermehrt und gefördert wird, während in einförmigen Gegenden auch eine solche Wolken- und Regenbildung zurücktritt, trotzdem daß der aufsteigende Strom nicht fehlt.

Nach Dampier²⁾ und Maury³⁾ regnet es auf offenem Meere selten; dagegen ist der Niederschlag an den Küsten

1) Pogg. Ann. Bd. 38, S. 622.

2) *Traité des vents*, p. 81.

3) *Explanations and sailing directions*. Philadelphia 1854, S. 354.

bedeutend und nimmt nach dem Innern des Continents hin wieder ab.

Wenn man einen hohlen Glasylinder auf erhitztes Wasser stellt, so steigt der auf der Oberfläche des letzteren sich bildende Dampf in demselben in die Höhe und wird von der von oben eindringenden kalten Luft condensirt. Der eindringende kalte Strom macht sich durch die dunstfreien Stellen bemerklich, die sich, namentlich in den obern Theilen des Cylinders bilden. Bringt man zwei Thermometer in denselben, das eine etwa bis 1 Zoll, das andere bis mehre (etwa 3") über die Wasserfläche, so steht ersteres bedeutend höher als letzteres. Das Quecksilber in diesem schwankt in weiten Oscillationen auf und ab; das des unteren bewegt sich in viel kleineren und seltenern Schwankungen. Hebt man aber den Cylinder ein wenig aus dem Wasser hervor, so dafs die Luft von unten einströmen kann, so dringt sie nicht mehr von oben ein und der Dunst entweicht ununterbrochen aus der ganzen Weite desselben. Beide Thermometer stehen jetzt viel niedriger als vorhin, das obere aber im Gegensatz, jedoch nur etwas höher als das untere; und letzteres zeigt gröfsere und häufigere Temperaturschwankungen als ersteres.

Wendet man dies auf die Vorgänge der Atmosphäre an, so wird man statt des Cylinders über der Wasserfläche eine von der Sonne erwärmte Landstrecke, rings umgeben von einer kühleren Stelle, statt des in das Wasser eintauchenden Cylinders eine weite, gleichförmig erwärmte Ebene einsetzen können, um dieselben Modificationen zu erhalten. Der Wasserdampf wird ersetzt durch die warme aufsteigende Luft; die Vorgänge werden ganz in derselben Weise, nur mit viel geringerer Intensität und gleichmäfsiger stattfinden.

Zwischen dem aufsteigenden Strom und der kältern umlagernden Luft ist ferner keine feste Scheidewand vorhanden; und es bleibt zunächst zu erwägen, wie die Luftschichten sich ohne diese gegen einander verhalten.

Wenn man in einem geheizten Zimmer glühenden

Feuerschwamm an ein die Luft abkühlendes Fenster bringt, so wird der Rauch desselben nicht gleichmäfsig, sondern stofsweise durch die herabfallende Luft nach unten geführt. Diese fällt wellenförmig herab, was sich ebenso einfach versteht, wie die Wellenbildung in einer Pfeife.

Bringt man den Zunder nach und nach in gröfsere Entfernung von dem Fenster, so sieht man den Rauch bogenförmig aus dem Innern des Zimmers nach dem Fenster aufwärts ziehen und dort in mannichfachen Wirbeln mit dem absteigenden Strom sich mischen. Die aufsteigende Luft steigt also nicht immer ganz zur Höhe, um dann herabzufallen; sie dringt beim Aufsteigen schon in den kalten Strom ein, während dieser, auf dem Fenstergesimse angelangt, in jenen eindringt. So wird bei Tage die wärmere Luft des Freien, welche, von der kühlen Waldluft verdrängt, emporsteigt, in die Luftsäule oberhalb des Waldes, welche mindestens um soviel gegen die über dem Freien verkürzt ist, als die Zusammenziehung in dem kühlen Wald beträgt, welche also einen in gleichem Maafse geringeren Druck ausübt, *nach und nach* eindringen. Ist also die erwärmte Luftsäule von geringem Umfang, so wird sie sich bald verloren haben, und die Oberfläche der Atmosphäre wird an der betreffenden Stelle nur eine Hebung erfahren, von welcher die Luft seitlich abfließt. Im Maafse aber als der Umfang jener Säule zunimmt, wird sie weiter steigen, und wird eine immer gröfsere Luftmasse von oben abfließen, der Druck auf ihr sich immer mehr vermindern.

Einer — schon hohen — Temperaturdifferenz zwischen Wald und Feld von 3° entspricht eine Höhe von etwa 300 Toisen. Da aber ein in dem benachbarten herabsinkenden, nicht mehr aufgehenden steigenden Strom durch immer nachfolgende Luft — welche mit um so größerem Druck über die erwärmende Fläche hereindrang, je mehr die herabsinkende Luftsäule durch seitlich eindringende und durch oben zufließende Luft vergrößert wurde — fortwährend in die Höhe getrieben wird, während der Widerstand oben immer mehr schwindet, so wird derselbe nicht

bis zu der angegebenen Höhe, sondern bis zur Oberfläche der Atmosphäre steigen.

Ist nun die erwärmte Stelle von sehr grossem Umfang, so wird der kalte Strom nicht bis zu ihrem Innern vordringen, sondern, an den Gränzen, bald erwärmt, in die Höhe steigen, so dafs der oben beschriebene Vorgang nur hier stattfindet. Im Innern der Fläche wird eine gleichmäfsige Auflockerung stattfinden. Die obere kalte Luft wird nur theilweise abfliessen und nicht eher zur Tiefe gelangen können, als bis sie über die Gränzen hinaus in das Gebiet des absteigenden Stromes gekommen ist. Zum grosen Theil aber wird diese obere kalte Luft, wie es bei dem auf dem Wasser *aufstehenden* Cylinder geschah, in die untere hereinsinken und sich da erwärmen, nach der Erwärmung wieder empor steigen.

So wird also hier ein gleichmäfsiges Auf- und Abströmen und Auflockern, kein eigentlicher aufsteigender Strom, dort aber ein gesonderter aufsteigender und ein nebendaran herabsinkender Strom entstehen. Hier wird jedes Lufttheilchen herabsinken, sich am Boden oder an der wärmeren Luft erwärmen, wieder emporsteigen, durch Leitung und Ausdehnung erkalten, um wieder aufs Neue zu sinken oder endlich oben abzufliefsen. Dort strömt dieselbe Luftmasse von unten bis oben und von da wieder zurück auf dem Wege des sinkenden Stromes. Auf der weiten Ebene wird, wie in dem *aufstehenden* Cylinder, die Erwärmung, folglich die Auflockerung eine *gröfsere* seyn, als da, wo durch die einströmende kalte Luft eine Abkühlung bewirkt wird; ebenso wird die Temperatur- und Druck-*Erniedrigung* im ersten Falle gröfser seyn als im letzten; daher beträgt der Unterschied zwischen dem Minimum und Maximum des Drucks der trockenen Luft in Centralasien bis 15", während er in Süd- und West-Europa, durchschnittlich viel kleiner, nur bis 5" steigt¹⁾.

Die Auflockerung wird da, wo die Wärme an dem Ort ihrer Entstehung verbleibt, *rascher* stattfinden, als da, wo

1) Schmid, Meteorologie, S. 891.

letztere durch die Strömung vertragen wird; umgekehrt wird an ersterer Stelle die Abkühlung der unteren Luft sich langsam nach oben verbreiten und der Zufluss über der zusammengesunkenen Luft aus der Ferne langsamer von Statten gehen; über letzteren wird bei Umkehr der Strömungen die Luft nach einander herabsinken, sich abkühlen und seitlich abströmen, um der nachfolgenden Platz zu machen, so dass also die Abkühlung rasch vor sich geht, ebenso wie der Zufluss von oben. Das Maximum des Luftdrucks wird über letzterer früher, über ersterer später, das Minimum dort später, hier früher eintreten. Das Minimum des Druckes der trocknen Luft fällt in dem continentalen Centralasien auf Juni und Juli, in Süd-West-Europa auf Juli, August und sogar auf den September; das Maximum tritt in Asien im Januar, hie und da im Februar, in Europa im December und Januar ein. Aehnlich verhält sich's mit der täglichen Periode.

Die Temperatur wird sich, wie in den Cylindern, über der gleichförmigen Ebene bei Tage rasch steigern und von unten nach oben rasch abnehmen, zur Nachtzeit wird die Abkühlung unten rasch, oben langsam vor sich gehen, es werden sich die Beobachtungen von Pictet bestätigen. An der abwechselnden Stelle dagegen werden die Differenzen durch die Strömungen sich ausgleichen und es wäre, wenn auch nicht leicht, eine Umkehr der Verhältnisse denkbar.

Enthält nun die erwärmte Luft Feuchtigkeit, so wird sie über der einförmigen Fläche nicht leicht, über dem wechselnden Terrain, indem sie in die kälteren Schichten rasch und hoch in die Höhe geführt wird, sehr leicht condensirt; indem durch die Condensation Wärme frei wird, wird die Steigkraft vermehrt, so dass in diesem Fall auch eine kleinere erwärmte Fläche wirksam werden kann. Ist die angränzende kühlere Stelle derart, dass sie zugleich Feuchtigkeit abgiebt, so werden Condensation und in Folge davon Niederschläge um so leichter möglich seyn.

Eine ähnliche Betrachtungsweise führt zu dem Schluss,

dafs eine sehr kleine, noch mehr aber eine sehr ausgedehnte *abkühlende* Stelle von keiner, eine mäfsig ausgedehnte dagegen von bedeutender Wirkung auf die Condensation im aufsteigenden Strome seyn kann.

Wenden wir dies mit Berücksichtigung des weiter oben Gesagten auf unsere Frage an, so ergiebt sich: Nicht der Wald an und für sich vermehrt die Niederschläge des aufsteigenden Luftstroms, *sondern der Wechsel zwischen Wald und Feld, zwischen seinem Laubdach und den Waldblößen.* Wie Wolken auf dem sonst wolkenlosen stillen Ocean bei Tag dem Schiffer eine wichtige Marke sind, indem sie ihm das Land früher als Loth und Fernrohr verkünden und wie beispielsweise nach Chamisso's Bericht¹⁾ die Höhen von O-Wahi meist klar und rein während der Nacht und am Morgen erscheinen, am Mittag sich aber Wolken über ihnen bilden, die am Abend in dichtem Lager verhüllend über der Insel ruhen und sich gegen Mitternacht wieder auflösen, wie ferner das Thalgehänge die Feuchtigkeit zur Zeit des aufsteigenden Stromes in Wolken empor, bei Nacht in die Tiefe herabführt, ebenso wird sich die Feuchtigkeit über der zwischen Wald und freiem Felde abwechselnden Fläche, durch den von letzterer emporsteigenden Strom in die Höhe geführt, condensiren, bei Nacht wieder, wenn sie nicht als Regen herabgeführt worden, herabsinken und sich theilweise unmittelbar auf dem Laubdache absetzen, theilweise von dem Feld durch den in den Wald eindringenden Strom dieser Aufbewahrungs- und Vorrathskammer der als Thau oder Regen abgesetzten Feuchtigkeit wieder zugeführt.

Es wird an dieser Stelle der oft gehörte Satz: »der Wald hält das Gewitter auf« sich leicht erklären und deuten lassen. Ich habe in einem Aufsatze »Ueber Nebel.«²⁾ und in einem andern »Ueber das Gefrieren des Wassers und über Hagelbildung«³⁾ die Principien der Wolken-

1) Reise um die Welt, 2. Thl., Leipzig 1852, S. 239.

2) Pogg. Ann. Bd. 118, S. 456.

3) Ebendasselbst Bd. 124, S. 415.

bildung entwickelt und gezeigt, daß dabei immer zwei Luftströme, ein warmer feuchter und ein kalter in verticaler Richtung einander begegnen, wobei ersterer erkaltet und seine Feuchtigkeit condensirt wird, letzterer sich erwärmt und die condensirte Feuchtigkeit wieder auflöst (der Fall mit einbegriffen, wo bloß ein warmer Strom emporsteigt, indem mit dem Aufsteigen und der damit verbundenen Condensation, auch ein Herabsinken der kälteren Luft eintritt). Ist nun in einiger Entfernung von dem Wald durch den aufsteigenden Strom ein Gewitter, die mächtigste Ausbildung dieses Vorgangs entstanden — was in der Nähe desselben wegen der größern Intensität dieses Stromes leichter möglich ist, als auf einer einförmigen Fläche — so wird dasselbe, wenn nicht eine allgemeine Ursache überwiegend entgegen wirkt, mit dem obern Strome nach dem Walde hinziehen. Bis in seine Nähe wird nun der aufsteigende warme Strom von unten lebhaft einwirken. Sobald das Gewitter aber über dem Walde angekommen ist, findet diese lebhaftete Einwirkung nicht mehr statt, sondern vielmehr das Gegentheil, und letzteres um so mehr, als durch die Condensation über dem Freien der aufsteigende Strom, somit der herabsinkende über dem Wald an Intensität zugenommen haben wird. Während die Wolke herabsinkt, gleichen sich die Temperaturen der beiden Ströme in ihr, von deren Differenz (neben dem Grade der Sättigung) der Vorgang und der Grad seiner Heftigkeit abhängig ist, aus, und die Erscheinung verschwindet.

Aehnlich kann es mit nichtregnenden und regnenden Wolken gehen, in welchen die elektrischen Erscheinungen nicht so lebhaft hervortreten.

Durch die Begegnung von Aequatorial- und Polarströmen entstandene Gewitter werden diesem Einfluß des Waldes wohl weniger oder gar nicht unterliegen.

Ebenso wie der Wald, können Gebirge und größere Flüsse wirken. In den Rheingegenden hört man öfter sagen: »das Gewitter kann nicht über den Fluß.«

V. Bisher habe ich nur von der Wirkung der durch

die Temperaturdifferenz zweier benachbarten Orte entstehenden Strömungen auf den aufsteigenden Luftstrom und dessen Niederschlägen gesprochen. Werden sie auch auf die allgemeinen Strömungen und deren Niederschläge einen Einfluss ausüben und welchen?

Wenn der Aequatorialstrom über dem eine weite eiförmige Ebene überlagernden Polarstrom hergeht, so ist keine locale Ursache denkbar, die ihn zur Tiefe herabführen würde. Wenn er dagegen zu einer Stelle mit den bezeichneten Verticalströmungen kommt, so wird er von dem niedersteigenden Strom selbstverständlich herabgeführt. Umgekehrt wird der in der Tiefe befindliche Polarstrom durch den aufsteigenden Strom empor geführt. Es muß bei hinreichendem Feuchtigkeitsgehalt Condensation stattfinden, und werden also die Niederschläge »des Stromes« sowohl als die »des Ueberganges« gefördert.

Solche Förderung tritt sehr deutlich an den Erhebungen des Landes hervor.

Nach Kämtz' Messungen beträgt die Höhe der Wolken auf dem flachen Lande 3000, 10,000, 24,000, nach Pouillet (bei Paris) sogar 38,000 Fufs. Dagegen giebt A. v. Humboldt die mittlere Höhe der Wolken an den Abhängen der Andes-Cordillern zu 6000' an. Nach Schübler findet man sich in den Alpen bei einer Höhe von 5000' oft in dichtes Gewölk eingehüllt. In der schwäbischen rauhen Alp sinkt das Gewölk an rauhen Regentagen bis 1500', in den Gebirgen des nördlichen England nach Chrosthwaite bis 1200' herab. Erhebungen von wenig über 1000' sind schon von erheblichem Einfluss auf die Wolkenbildung und es gilt als ein sicheres Vorzeichen von Regen, wenn ihre Spitzen in Wolken eingehüllt sind. Ebenso tritt mit der Annäherung an solche niedrige Erhebungen schon eine Vermehrung des Regens hervor.

Dieses Herabziehen der Wolken selbst durch niedrige Erhebungen, das in so bestimmter Weise auftritt, kann nicht wohl durch die Erhebungen selbst unmittelbar veranlaßt werden. Wenn der von oben eindringende Aequa-

torialstrom sich wirklich an den Wänden hoher Gebirge bricht und so herabzudringen gezwungen wird, so nöthigen die Erscheinungen an den niedrigen Landeserhebungen, das Herabziehen desselben von einer die Spitzen übersteigenden Höhe auf die genannten verticalen Strömungen zurück zu führen. Ebenso wird man das Emporsteigen des Polarstromes über die höchsten Punkte des Gebirgs hinaus diesen Strömungen zuschreiben müssen.

Die mittlere Windrichtung in Europa ist SW. Zieht ein Gebirge in der Richtung SO—NW., so wird der Aequatorialstrom, der von SW. herandringt, seiner ganzen Breite nach herabgezogen; das Gebirge üfsert einen großen Einfluß auf die Regenmenge. Zieht es aber in der Richtung SW-NO., also in der des Aequatorialstromes, so wird nur der Theil des Stromes herabgezogen, der über das verticale Stromsystem hinstreicht, während die zu den Seiten parallel vorbeifließende Luft in der Höhe bleibt, ihren Wassergehalt abzugeben also nicht veranlaßt wird. Das Gebirge wird daher immer seinen Einfluß auf die Vermehrung der Regenmenge geltend machen, aber nicht in dem Grade wie in dem vorigen Falle.

Ganz ähnlich wird es sich mit dem aus NW. von unten eindringenden Polarstrom verhalten.

In derselben Weise werden alle Temperaturabwechselungen zwischen Wasser und Land, Wald und Feld, Stadt und Land usw., mehr oder weniger wirken (s. unten).

Es ergibt sich also hieraus, daß auf diese Weise durch die Abwechselung zwischen Wald und Feld ein für eine nördlichere oder südlichere Gegend bestimmter Niederschlag früher ausgeschieden werden muß. Da nun ferner die durch den Regen gebrachte Feuchtigkeit theilweise in den Wald eingeführt, dort aufbewahrt wird, um wieder in Cirkulation zu treten und unter geeigneten Umständen wieder Regen zu bilden, so muß allerdings durch jene Abwechselung der periodische Charakter verwischt und eine gleichmäßigere Vertheilung auf die einzelnen Jahreszeiten bewirkt werden. Es werden aber auch die allgemeinen

Niederschläge ebenso wohl als die des aufsteigenden Stromes in einer Gegend sich mehren müssen, sobald die Einförmigkeit eines ausgedehnten Waldes oder die eines ausgedehnten von dieser Vegetation freien Landstrichs ersetzt wird durch die Abwechselung zwischen beiden. Man wird sich daher nicht wundern, wenn durch Waldrodungen der Niederschlag vermehrt, weil eben die Einförmigkeit unterbrochen wird; wenn aber dann bei fortgesetzten Rodungen, durch welche die Einförmigkeit in entgegengesetztem Sinne immer mehr hervortritt, wieder eine Verminderung eintritt.

Diese Abwechselung herzustellen durch Rodungen in den ausgedehnten Wäldern ebenso wohl, als durch theilweise Bewaldung gänzlich bloßliegender ausgedehnter Strecken wird daher das Streben der Landwirthschaft seyn müssen.

Wie im großen Ganzen durch den Kreislauf zwischen dem Aequator und den Polen, zwischen Wasser und Land, Berg und Thal die Niederschläge bedingt sind, so wird auch die Cultur diesen Kreislauf herstellen müssen, um der Vegetation den Niederschlag zuzuführen, der zu ihrem Gedeihen nothwendig ist.

Das Gesagte ist auf Sommerbeobachtungen gestützt. Wie die Verhältnisse sich im Winter gestalten, muß durch weitere Beobachtungen ermittelt werden. So viel sich bis jetzt nach einzelnen Versuchen beurtheilen läßt, wird der Laubwald im Winter auch während der Nacht kälter seyn als das Freie.

VI. Welchen Einfluß werden nun niedrigere Vegetationsüberzüge, Wiesen usw. auf den aufsteigenden Strom und somit auf die mit demselben zusammenhängenden Witterungserscheinungen haben?

Die niedrigere Tagestemperatur des Waldes wird, wie sich aus dem Obigen ergibt, dadurch bedingt, daß 1) die Sonnenstrahlen den Waldboden nicht direct erreichen, und dem Innern die Wärme erst mittelbar durch die Strahlung der Blätter usw., ferner durch den von oben herabsinkenden Strom zugeführt wird; daß 2) die durch die Sonnen-

strahlung auf dem Laubdach entwickelte Wärme großentheils zur Verdunstung verbraucht wird. Die höhere Nachttemperatur wird bedingt dadurch, daß 1) der Boden, die Stämme, Aeste und nicht freiliegenden Blätter ihre Wärme nicht durch directe Ausstrahlung nach dem freien Himmelsraume verlieren, daß also dieselbe mehr oder weniger der berührenden Luft durch Leitung mitgetheilt wird; daß 2) die an dem obern Laubdach abgekühlte Luft, welche der aufsteigende Strom, die erwärmenden Aeste und Blätter an dem Herabdringen in den Wald verhindern, welche außerdem durch die Condensation ihres Wasserdampfes wieder viel Wärme erhält, dem durch das Einstromen der kältern Luft des freien Feldes veranlaßten Zug in mehr waagrechter Richtung folgt. Je höher der Wald, je dichter sein Laub- und Astwerk ist, desto mehr wirken diese Bedingungen bei Tag und bei Nacht zusammen, desto größer ist der Unterschied der Tages- und Nachttemperatur im Vergleich zu der des Freien.

Eine Wiese verhält sich anders. Bei Nacht wird die oberste Decke zwar in derselben Weise und vielleicht, wegen der zugespitzten Form der Blätter, noch mehr Wärme ausstrahlen als die des Waldes. Die von dem Wiesenboden und den Pflanzenstengeln ausgehenden Wärmestrahlen haben aber einen weniger großen und schwierigen Weg nach der Oberfläche, werden rascher zu dieser und in's Freie gelangen, die Erkaltung durch Strahlung wird rascher vor sich gehen, die berührende Luft wird also weniger erwärmt, der aufsteigende Strom wird deswegen schon schwächer seyn. Der Weg dieser Luft ist aber außerdem ebenfalls sehr klein, die Zahl der Berührungspunkte mit wärmeren Pflanzentheilen verhältnißmäßig sehr gering. Die von den Spitzen herabsinkende Luft wird also einen sehr geringen Widerstand von dem von dem Wiesenboden aufsteigenden Strom, einen eben so geringen aber auch an dem Zweig- und Blätterwerk finden. An den Gränzen aber ist die Niveaudifferenz zwischen dem freien Boden und der Wiesendecke eine sehr geringe; der

Ab- und Zufluß der kalten Luft findet sehr langsam statt. Diese wird also bei Nacht auf den Wiesenboden herabsinken; die Temperatur der Wiese wird im Gegensatz zu der des Waldes bei Nacht niedriger seyn müssen als die des Freien, wie dies denn auch durch zahlreiche Versuche so sehr bestätigt ist, daß man sich, wie es scheint, durch das Verhalten der niedrigen Pflanzen veranlaßt, bisher ohne Weiteres zu einem falschen Schluß auf das Verhalten des Waldes berechtigt glaubte.

Zieht man obige Punkte mit Rücksicht auf die bei *Tage* stattfindenden Verhältnisse in Betracht, so wird sich zu dieser Zeit die Temperatur in der Wiese zwar niedriger als die des Freien, die Differenz der beiden Thermometerstände aber kleiner herausstellen, als die zwischen dem Wald und dem Freien.

In Bezug auf die Luftströmungen an den Grenzen der Wiese nach dem Freien dürfte noch zu bemerken seyn, daß sich hier die Adhäsion und Reibung am Boden als dieselbe beeinträchtigend geltend macht. Es mag hier zur Erläuterung der Apparat anwendbar seyn, den Müller¹⁾ zur Erklärung der Barometerschwankungen anführt. Die Erscheinungen im Großen aber durch diesen Apparat veranschaulichen wollen, scheint mir nicht gerechtfertigt; denn man wird den Raum von ungemessener Höhe, in welcher sich ein kalter Luftstrom bewegt, um sich in eine weite erwärmte Gegend zu ergießen, schlechterdings nicht mit einer Capillarröhre vergleichen können; es dürfte vielmehr die oben S. 555 u. f. angeführte Erklärung die richtige und befriedigende seyn.

Es ist mir nicht gelungen, an dem Wiesenrande einen Zug, der nach dem Gesagten äußerst gering seyn muß, nachzuweisen, auch bei den günstigsten Verhältnissen nicht.

Zieht man nun die Temperaturverhältnisse oberhalb der ihre Veränderung hauptsächlich bewirkenden Flächen in Betracht, so ist klar, daß die Luft, welche über der heißen

1) Müller, Physik und Meteorologie, 4. Aufl., Bd. II, S. 679.

Fläche aufgestiegen ist und sich durch Ausdehnung abgekühlt hat, umgekehrt beim Herabsinken über der kalten Fläche sich in Folge der Verdichtung wieder erwärmen wird, daß sie also, nachdem sie den Kreislauf nahezu vollendet und durch wenig erhebliche Ursachen etwas Wärme verloren hat, mit nicht viel geringerer Temperatur über der abkühlenden Stelle ankommen wird, als die war, mit welcher sie die gleichhohe Stelle über der warmen Fläche verlassen hat. Wenn sie nun in den erkaltenden Raum — in den Wald, in die im Schatten liegenden Straßsen einer Stadt etc. — sogleich herabfällt, so wird sie oberhalb desselben sich nicht, sehr langsam aber durch Leitung abkühlen, wenn sie längere Zeit über dieser Stelle verweilt. Letzteres wird über Wiesen, besonders über ausgedehnten, zumal bei Nacht fühlbar werden. »In den Grasebenen von Venezuela«, so erzählt A. v. Humboldt, »und am niedern Orenoco empfanden wir, Bonpland und ich, oft da eine feuchte Frische, wo die Luft in 5 bis 6' Höhe 26 bis 27° C. hatte.«¹⁾ Daß diese Abkühlung aber sich nicht weit zur Höhe erstreckt, geht aus dieser Bemerkung v. Humboldt's ebenfalls hervor.

Die kalte Luftschicht der Wiese wird hierdurch also nicht viel bedeutender werden, und da diese bei Tag wie bei Nacht kühler ist als das Freie, also eine Ausgleichung zwischen den beiden Luftschichten leichter möglich ist, als da, wo Abwechselung zwischen Tag und Nacht stattfindet, da hierdurch die Niveaudifferenz zwischen der kalten Luftschicht und dem Boden also wieder geringer wird und der Abfluß in der Tiefe immer sehr langsam vor sich geht, so wird auch der in der Höhe zurück nach der Wiese sehr gering, der aufsteigende Strom und seine Abkühlung also ähnlich, wie über einer weiten einförmigen Fläche gehemmt, die Condensation also weniger leicht möglich seyn.

Freilich wird die über der Wiese durch Leitung erkaltete Luft den Wechsel immerhin beschleunigen. Man wird deshalb den Einfluß selbst einer Wiese auf die

1) *Fragments de géologie et de climatologie asiatiques; Paris 1831 T. II, p. 503.*

Witterung nicht in Abrede stellen können; allein er wird hinter dem eines Waldes weit zurück stehen.

Man könnte sich zu dem Einwurfe veranlaßt fühlen, daß die aus dem Wald strömende *größere* kalte Luftmasse auch eine bedeutende Abkühlung des Bodens, über den sie sich ergießt, bewirke und somit die Intensität des aufsteigenden Stromes verringere. Diefes wird allerdings der Fall seyn; aber an der Hauptsache wird hierdurch nichts geändert, indem die Erkaltung durch die Luft eben nicht anders wirkt, als die Erweiterung des Waldes bis zu der Stelle, wo der Strom nicht mehr abkühlt.

Von dem niedrigsten Vegetationsüberzug bis zum höchsten und dichtest belaubten Wald wird der oben beschriebene Einfluss auf den aufsteigenden Luftstrom und die ihm angehörigen Witterungserscheinungen je nach der günstigeren Gestaltung der betrachteten Bedingungen sich steigern. Nach Arago ¹⁾ will man in Italien bemerkt haben, daß nach Maafgabe der Vermehrung der Reisfelder die jährliche Regenmenge allmählich zugenommen und die Zahl der Regentage einen entsprechenden Zuwachs erfahren habe.

Flüsse, Stimpfe, Seen usw. werden, da sie bei einiger Tiefe viel größere Temperaturdifferenzen mit dem Lande und in der Regel eine Umkehr des Verhältnisses zwischen Tag und Nacht veranlassen, einen viel größeren Einfluss in fraglicher Beziehung ausüben als Wiesen.

VII. Aehnlich wie der Wald müssen sich auch die Städte verhalten. Nach Howard ²⁾ übersteigt die mittlere Temperatur Londons die des benachbarten Landes um ungefähr 1° C. Häufig kommt es vor, daß das Thermometer innerhalb der Stadt des Morgens um 1 bis 1,5 Grad höher steht als außerhalb derselben. Dagegen muß an Sommertagen, wo die Sonne das freie Feld direct erwärmt, die Straßen der Stadt aber mehr oder weniger im Schatten liegen, die Temperatur außerhalb derselben die innere übertreffen. In Wintertagen, wo allenthalben in der Stadt geheizt wird, wird sie bei Tage ebenso wie bei Nacht, wo

1) Arago's sämtliche Werke v. Hankel, Bd. 8, S. 19.

2) Arago, a. a. O.

die Ausstrahlung des Bodens durch die Häuser gehindert ist, höher seyn als außerhalb. Aehnliche Unterschiede treten innerhalb der Stadt selbst auf. Sehr häufig sieht man freie Plätze bethaut oder bereift, während die Strafsen nach Verhältniß ihrer Breite wenig oder gar keinen Niederschlag haben. Man sieht ferner die durch Regen gebrachte Feuchtigkeit umgekehrt von ersteren rasch verschwinden, in letzteren länger verweilen, wogegen wiederum der Schnee rascher in den Strafsen als auf den freien Plätzen und in dem Felde schmilzt.

Die entsprechenden Luftbewegungen sind ebenfalls zu bemerken. An klaren Morgen bemerkt man z. B. einen Zug vom Freien durch die Thore von Mainz in das Innere der Stadt, an heißen Nachmittagen einen solchen aus den engeren Strafsen nach den weitem und den freien Plätzen, bei Nacht und an Wintertagen von diesen nach den engeren Strafsen usw.

Letzteren geht der Strom also in drei Theilen des Jahres zu und setzt seine Feuchtigkeit in ihnen, die von der Sonne selten direct beschienen werden, ab. Je länger sie sind, desto weniger leicht erreicht derselbe die ganze Ausdehnung, desto mehr stagnirt in ihnen die moderige von den krankhaft aussehenden Bewohnern verbrauchte Luft.

Diese Strömungen müssen ähnlich wirken wie die durch den Wald veranlafsten. Besonders stark müssen solche Wirkungen hervorgebracht werden durch Städte, welche viele Fabriken haben, über welchen der aufsteigende Strom noch besonders verstärkt wird durch die aus den Essen hervorströmende heiße Luft, wie denn Feuersbrünste überhaupt in derselben Weise wirken müssen. Espy sagt, daß, seitdem Manchester so zu sagen ein großer Brennofen geworden, es daselbst mehr oder weniger alle Tage regne. »Diejenigen, welche eine so beträchtliche Verschlechterung des Klima's nicht zugeben wollen, versichern, daß es in Manchester bloß an sechs Tagen unter sieben regnet.«¹⁾

Frankfurt a. M., November 1864.

1) Arago, a. a. O. S. 20.

III. *Die Meteoriten in Sammlungen; von Dr. Otto Buchner in Gießen.*

Zweiter Nachtrag.

Im Nachstehenden erlaube ich mir einen zweiten Nachtrag zu meiner, obigen Titel führenden Schrift (Leipzig, Engelmann 1863) zu liefern ¹⁾).

Das vergangene Jahr ist reich an neuen Erfahrungen und Beobachtungen gewesen; auch ist die Literatur um zwei höchst verdienstvolle meteoritische Schriften, beide in deutscher Sprache bereichert worden, ein Beweis, daß gerade in Deutschland dieser Zweig der Naturwissenschaften mit Vorliebe gepflegt und gefördert wird.

Was zuerst den Stand der größeren Meteoritensammlungen anlangt, so geben verschiedene Verzeichnisse, die in der zweiten Hälfte des vorigen, oder im Beginn dieses Jahres veröffentlicht wurden, darüber Auskunft. Darnach besitzen:

1) <i>Wien</i> (1. Jan. 1865)	142 Steine	78 Eisen	Sa. 220	Loc.
2) <i>Shepard</i> (20. Juli 1864)	120	80	200	„
3) <i>Berlin</i> (Juli 1864)	109	72	181	„
4) <i>Paris</i> (15. Dec. 1864)	103	57	160	„
5) <i>Göttingen</i> (1. Jan. 1865)	90	69	159	„
6) <i>Dorpat</i> (April 1864)	17	18	35	„

Die Cataloge No. 1, 2, 4, 5 sind als Flugblätter versendet worden, No. 3 bildet einen Anhang zu G. Rose's vorzüglicher Arbeit über »Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten«, No. 6 ist der sehr interessanten und werthvollen Schrift von Grewingk und Schmidt »Ueber die Meteoritenfälle von Pillistfer, Buschhof und Igast in Liv- und Kurland« (Dorpat 1864) angefügt. Vergleicht man den Bestand der genannten Sammlungen mit dem frühern, so zeigt sich eine wesentliche und sehr erfreuliche Vermehrung derselben. Auf einzelne Localitäten werde ich zurückkommen.

1) Der erste Nachtrag findet sich diese Ann. Bd. 122, S. 317.

Die *Systematik* der Meteoriten hat unterdeß auch wesentliche Fortschritte gemacht. Epochemachend wird die schon angeführte Schrift von G. Rose seyn. Scharfsinnig und geistreich benutzt derselbe die einzelnen oryktognostischen Bestandtheile zur Unterscheidung; »wenn man allerdings auch noch nicht vollständig alle Gemengtheile der Meteoriten genau kennt, so weiß man davon doch soviel um das Zusammengehörige zusammenstellen zu können«.

C. U. Shepard, *Massachusetts* Professor der Naturgeschichte am *Amherst College*, U. S. A. hat in seinem neuen Verzeichniß sein früheres System (Br. S. XX) wesentlich erweitert und ausgebildet. Er befolgt bei seiner Eintheilung in Classen die üblichen Unterscheidungen, bei den Ordnungen werden aber weniger die mineralogischen Bestandtheile, sondern mehr ihre Anordnung und Mischung berücksichtigt; die Farbe giebt dann Gelegenheit zur Unterscheidung von Sectionen. Bei den Eisenmeteoriten richtet er sich nach den Widmannstätten'schen Figuren. So entsteht das folgende System Shepard's.

Cl. I. Steinmeteoriten (Litholithe).

Ord. 1. Howarditisch.

Sect. a. Blafsgraulich oder bläulichweiß.

» b. Bläulichgrau.

» c. Dunkelaschgrau.

» d. Grau und durch Eisenrost stark gefleckt.

Ord. 2. Marmorirt (aderig).

Ord. 3. Oolithisch (viele deutliche Kügelchen).

Ord. 4. Porphyrisch.

Ord. 5. Basaltisch.

Ord. 6. Chassignitisch (wie Perlstein).

Ord. 7. Sandsteinartig.

Ord. 8. Anorthitisch.

Ord. 9. Chladnitisch.

Ord. 10. Anthracitisch (schwarz und kohleähnlich).

Cl. II. Steniseisenmeteoriten (Lithoniderite).

Cl. III. Eisenmeteoriten (Siderite).

- Ord. 1. Eugrammisch (deutliche Figuren).
 Ord. 2. Cacogrammisch (grobe Zeichnungen).
 Ord. 3. Sporagrammisch (zerstreute Linien).
 Ord. 4. Microgrammisch (sehr klein gezeichnet).
 Ord. 5. Agrammisch (keine Linien).

Unterord. Chladnitisch (enthält Chladnit).

- Ord. 6. Nephelisch (mit wolkigen Flecken).

Anhang.

- a) die Zeichnungen beim Aetzen unbestimmt.
 b) die Zeichnungen durch künstliche Hitze verändert.

Es ist klar, dass eine Eintheilung nach diesem System wenig Uebereinstimmung mit der nach G. Rose's System haben kann. Doch tritt dies noch deutlicher an einigen Beispielen hervor;

No. bei Rose	System von G. Rose	No. bei Shepard	System von Shepard
	I. c.		Cl. III.
10	Bohumilitz	14	Ord. 1
11	Brazos	70	Anhang
13	Cranbourne	5	Ord. 1
15	Arva	36	" 2
17	Sevier	40	" 2
19	Schwetz	4	" 1
	II. 1.		Cl. I.
7	Ensisheim	80	Ord. 4
8	Chantonay	94	" 5
9	Tabor	87	" 4
10	Lucé	13	" 1 Sect. a
11	Barbotan	91	" 4
12	Doroninsk	53	" 2
13	Limerick	81	" 4
14	Tipperary	92	" 4
15	Albareto	8	" 1 Sect. a
75	Berlanguillas	47	" 1 " d
76	Agen	51	" 1 " d
77	Zaborzika	2	" 1 " a
78	Slobodka	15	" 1 " a
79	Politz	25	" 1 " a
80	Forsyth	27	" 1 " a
81	Mainz	97	" 5
82	Veuillé	40	" 1 " b
83	Okny	86	" 4
84	Little Piney	61	" 3
85	Château Renard	52	" 2

Uebereinstimmung findet sich nur zwischen G. Rose's *Chladnit* und Shepard's Cl. I, Ord. 9 wohin aufser dem in beiden Sammlungen gemeinsamen *Bishopville* (Br. S. 69) noch bei Letzterem *Concord* (Br. S. 65) gehört. Die bei Rose getrennten *Chassignit* und *Shalkit* sind bei Shepard in Cl. I Ord. 6 vereinigt. Ebenso sind Rose's kohlige und Shepard's anthracitische Meteoriten übereinstimmend. Ersterer zählt nach *Orgueil*, letzterer *Grosnja* (Br. S. 201) und das kaum noch zweifelhafte *Simonod* dazu. Die Lithosiderite Shepard's hat Rose in *Pallasit* und *Mesosiderit* geschieden, rechnet aber auch *Niakornak* (Br. 151) dazu, das Shepard im Anhang a aufführt.

So gewifs in dem geistvollen System von G. Rose ein wesentlicher Fortschritt zu begrüßen ist, so gewifs wird es sich doch noch im Lauf der Zeit durch neue Beobachtungen an jetzt schon bekannten Localitäten, noch mehr aber durch neue Meteoritenfälle modificiren. Aber man hat den Vortheil, auf einem festen Boden weiter bauen, mit sicheren Anhaltspunkten das System erweitern zu können.

Mit den kohligen Meteoriten läßt sich im System bis jetzt sehr wenig anfangen; noch weniger aber will, scheint mir, *Tula* (Br. 195) hineinpassen. Die grofsen Partien schwarzen Silicats zwischen dem Eisen, und selbst wieder von feinen Eisentheilchen durchsprengt, ist etwas ganz Fremdes. »Dergleichen Einmengungen«, sagt G. Rose S. 63, »sind bei anderen Eisenmeteoriten noch nicht vorgekommen. Da die ursprünglich an 600 russische Pfunde schwere Masse, um sie zu zerkleinern, in ein Schmiedefeuer gebracht worden ist, so könnte man glauben, dafs die Einmengung sich erst durch die Behandlung im Feuer gebildet hat, doch ist das Gemenge des Silicats und des Eisens in demselben so fein, die chemische Zusammensetzung des Silicats durch den grofsen Magnesiagehalt so verschieden von den gewöhnlichen Eisenschlacken, die Widmannstätten'schen Figuren in dem Eisen sind so regelmäfsig, dafs diese Annahme doch ihre Schwierigkeit hat«. Gewifs wird sich über kurz oder lang ein ähnliches Eisen finden, was die etwa noch vor-

handenen Zweifel an die ursprüngliche Meteorität der Silicateinschlüsse vollkommen beseitigen und neben *Pallasit* und *Mesosiderit* eine dritte Art rechtfertigen wird. Wieviel Stoff zu den lebhaftesten Zweifeln gab der Gehalt an Kohle, Wasser und einer organischen Substanz bei den kohligten Meteoriten. Es war längere Zeit verflossen zwischen ihrem Niederfall und der Analyse. Es wurden nämlich

Alais (Br. S. 19) gefallen 1806, analysirt von Berzelius nach 28 Jahren.

Cold Bokkeveld (Br. S. 60) gef. 1838, anal. von Wöhler nach 21 Jahren.

Kaba (Br. S. 94) gef. 1857, anal. von Wöhler nach 1 Jahr.

So war es immerhin möglich, daß das Wasser bei der porösen Beschaffenheit der Steine später aufgenommenes irdisches Wasser war; ja von manchen Seiten war auch die Möglichkeit behauptet, die Kohle, die organische Substanz und andere auffallende »abnorme« Bestandtheile seyen erst später durch irgend einen Umstand hineingerathen. Da fallen die Steine von *Orgueil* 1864, 14. Mai und *Cloëz* weist nach Monatsfrist dieselben Bestandtheile nach, sodafs jetzt jeder gerechte Zweifel an der Legitimität der Gemengtheile als beseitigt betrachtet werden muß. Doch ich werde mir auf diesen Meteoritenfall zurückzukommen erlauben.

Die mannigfachen Bestandtheile der Steinmeteoriten, die, wie wir eben gesehen, nicht nur Silicate ausmachen, unter denen man jüngst selbst ein in Rhomboëdern krystallisirendes Talkeisencarbonat gefunden hat, verursachen der Interpretation manche Schwierigkeiten; ähnlich ist's mit den Meteoreisen. Wir sind in der Kenntniß der chemischen Beschaffenheit ihrer Bestandtheile nicht viel weiter gekommen. Auch der lange Streit über die chemische Natur des Schwefeleisens in den Meteoriten ist noch nicht entschieden. Einfachschwefeleisen FeS , Haidinger's *Troilit* findet sich in vielen Meteoriten; aber es ist nicht erwiesen, daß alles Schwefeleisen in denselben FeS ist; ja im Stein von *Ju-*

*ein*as lassen sich ganz deutliche, wenn auch kleine Krystalle von Magnetkies erkennen. G. Rose betrachtet daher bis auf Weiteres das Schwefeleisen der Eisenmeteoriten, auch wenn es noch nicht untersucht ist, als Troilit, das der Steinmeteoriten als Magnetkies. Zu den Bestandtheilen vieler meteorischen Eisenmassen; die auf polirten und geätzten Flächen erkannt werden können, ist ein neuer, G. Rose's *Rhabdit* gekommen: sehr feine stabartige Krystallchen, die besonders im Eisen von *Braunau* regelmässig eingelagert sind und von G. Rose in seiner Schrift genau beschrieben und gezeichnet sind.

Noch ist zu bemerken, dass Maskelyne den *Howardit* als besondere Meteoritenart nicht anerkennt¹⁾; er bemerkte in den Steinen von *Richmond*, *Petersburg*, *Benares*, *Nanjemoy* u. A., die besonders zu G. Rose's *Chondrit* gehören, Knötchen und Kügelchen von oft beträchtlicher Grösse, welche aus einer meteoritischen Substanz bestehen, die genau auf den »Howardit« herauskommt. Wenn auch anerkannt werden muss, dass im Allgemeinen die Warnung, nicht durch zu scharfe Gränzlinien die verschiedenen Gruppen zu trennen, am Platz ist, so scheint dies doch im besonderen Fall hier nicht zu passen, denn G. Rose bezeichnet *Howardit* als »ein feinkörniges Gemenge von Olivin mit einem weissen Silicat« etc., während *Chondrit* durch kleine Kugeln ausgezeichnet ist. *Benares*, *Richmond* u. A. zeigen aber diese Kügelchen, ihnen, sowie *Luotolaks Mässing* u. A., denen sie fehlen, ist also die bestimmte Stelle im System angewiesen.

Zu früher gegebenen Beschreibungen sind wieder einige Nachträge zu liefern:

Plescowitz 1723, Juni 22 (Br. S. 5).

Es sind an verschiedenen Orten bescheidene Zweifel ausgesprochen worden, ob der Stein unter diesem Namen im Brit. Museum wirklich von diesem Fall herführe, oder ob es nicht eher ein *Taborstein* (Br. S. 6) sey. Es muss dankend anerkannt werden, dass Maskelyne nicht nur

1) *Philos. Magaz.* (4) Vol. 26, p. 139.

auf solche Aeußerungen Rücksicht nahm, sondern auch den reichen Schatz des Brit. Museums in letzterer Zeit der Wissenschaft zugänglich zu machen begann. So hat er auch *Plescowitz* und *Tabor* auf Schliffflächen mikroskopisch untersucht und verglichen. Beide zeigen darnach keine Aehnlichkeit, so groß sie auch äußerlich ist. M. nennt folgende Hauptunterschiede:

Plescowitz.	Tabor.
Gehört mehr zu den körnigen Meteoriten.	Enthält deutliche Kügelchen.
Enthält weniger Eisen, die Körnchen sind mehr vereinigt.	Die Eisentheilchen sind mehr gleichmäßig vertheilt.
Stärker gefärbte Rostflecken außen, als innen, wo sie oft in großen Partien ganz fehlen.	Die Rostflecken sind dendritisch in feinen Punkten über die ganze Schnittfläche vertheilt.
Enthält eine größere Menge von Schwefeleisen in feinen Partien.	Wenig Schwefeleisen.

Spec. Gewicht 3,491

Unter 50 Steinen die Maskelyne untersuchte, gleicht keiner dem *Plescowitz* des Brit. Museums.

(*Phil. Mag.* (4) Vol. 25, p. 451.)

Sena, Sigena, 1773, Nov. 17 (Br. S. 9).

Ein kinderkopfgroßes Stück findet sich im k. Naturalien-Cabinet zu Madrid. Die Etikette lautet: „*Aerolito que cayo en las cercanias de Sigena en Aragon el año 1773 y analisis Proust en 1804.*“

l'Aigle, 1803, April 26 (Br. S. 15).

Gleich nach dem erstaunlichen Ereigniß sind jedenfalls werthvolle Sendungen nach Paris gemacht worden, doch scheint man sie damals nicht besonders daselbst beachtet zu haben. So war denn das Museum für Naturgeschichte noch bis vor kurzer Zeit sehr arm an Handstücken gerade dieser sonst so reichlich vertretenen Art. *Leblond* erwähnt, (*Ann. du Mus.* T. III, p. 105) der schwerste Stein

habe 8^K,065 gewogen; er war verloren. Doch scheint er oder ein ähnlicher in letzter Zeit doch seinen Weg in eine öffentliche Sammlung gefunden zu haben. Das Museum in Paris erhielt als Geschenk von dem Grafen de Saporta ein Bruchstück eines Steins von 6^K,170, das aber weniger als die Hälfte eines ganzen Steins zu seyn scheint. Es war früher in der Sammlung des verstorbenen Mr. de Fonscolombe.

(*Compt. rend.* 1864, Dec. 26, p. 1065.)

Alais, 1806, März 15, (Br. S. 19).

Roscoe untersuchte eine kleine Menge dieser merkwürdigen Masse aufs Neue. Darnach besteht die weißse Ausblühung auf der Oberfläche aus kleinen Krystallen von schwefelsaurer Magnesia. Durch Spectralanalyse konnte er nur Natron und Kalk nachweisen. Mit Wasser ließen sich 10,91 Proc. ausziehen, mit Aether 1,94 Proc. Beim Verdunsten des letzteren blieb eine deutlich krystallisirte Substanz zurück, die einen eigenthümlich aromatischen Geruch besaß, bei 114° C. schmolz und sich sublimiren liefs, wobei ein geringer kohlgiger Rückstand blieb. Es ließen sich zwei verschiedene krystallinische Substanzen unterscheiden, die sich auch gegen Lösungsmittel verschieden verhielten. Durch Behandlung mit Salpetersäure wurde der eine als Schwefel erkannt. Die Analyse ergab

1,24 Proc. freien Schwefel

1,54 „ C } verbunden zu einer in Aether

0,1 „ H } löslichen Substanz

Im Ganzen fand Roscoe 3,36 Proc. Kohle in diesem Stein.

(*Phil. Mag.* (4) Vol. 25, p. 319.)

Moradabad, Rohilcund, Indien. 1808 (Br. S. 23).

Maskelyne konnte über den Fall selbst nichts in Erfahrung bringen. Der Stein steht nahe bei *Château Renard* (Br. S. 66) und *Bachmut* (Br. S. 34), doch ist er grobkörniger in der Grundmasse als letzterer und ist deshalb ersterem ähnlicher; auch zeigt er weniger isolirte Krystalle als Bachmut. Er enthält sehr wenige graue Kügelchen, von

welchen etwa zwei auf einer Schnittfläche von $\frac{1}{2}$ Quadratzoll sichtbar sind. Eisen findet sich darin in sehr kleinen Partikelchen, zum Theil als mikroskopisch feiner Staub; Schwefeleisen enthält er der Menge nach etwa ebensoviel. Die Rinde ist ziemlich dick und schwarz. Specifisches Gewicht 3,143.

(*Phil. Mag.* (4) Vol. 25, p. 449.)

Lautolaks 1813, Dec. 13, (Br. S. 34).

Maskelyne erkennt an, daß der so benannte Stein im Brit. Museum nicht von dieser Localität ist. Er stammt von *Heuland* und ist auf der Etikette als von »*Wiborg* 1814, März« bezeichnet. Er ist von *Luotolaks* verschieden, doch soll kein ähnlicher im Brit. Museum sich vorfinden. Von *Timochin* (Br. S. 21) ist er darnach verschieden.

(*Phil. Mag.* (4) Vol. 25, p. 452.)

Bachmut, 1814, Feb. 15 (Br. S. 34).

Aus Früherem ist bekannt, daß in demselben *Gouvernement Ekaterinoslaw* bei *Paulowgrad* 1826 Mai 19 ein Steinfall sich ereignet haben soll, über den aber bei directen Erkundigungen in Odessa, wo der Stein seiner Hauptmasse nach aufbewahrt werden soll, nur Negatives in Erfahrung zu bringen war. Im Brit. Museum ist ein Stück von *Paulowgrad* schon längere Zeit Gegenstand des Zweifels. Maskelyne erkennt die vollkommene physikalische und mineralogische Uebereinstimmung desselben mit *Bachmut* an, kämpft aber aufs Neue für Anerkennung desselben als besondere Localität, ohne jedoch eigentlich neue Gründe oder gar bestimmte Beweise dafür zu bringen.

(*Phil. Mag.* (4) Vol. 25, p. 449.)

Dooralla, Durala, 1815, Feb. 18 (Br. S. 36).

Maskelyne giebt zwei Abbildungen des fast ganzen Steins. Das ziemlich lose Gefüge ist chondritisch; die blafsgraue Grundmasse enthält ein weißliches, körniges Mineral eingestreut und wachsglänzende Kügelchen wahrscheinlich von Olivin. Der Stein läßt sich nicht poliren. Einige der darin zerstreuten Eisentheilchen zeigen $\frac{1}{12}$ Zoll Durch-

messer, andere aber nur die Gröfse feinen Staubs. Spec. Gewicht 3,53.

(*Phil. Mag.* (4) Vol. 25 p. 442.)

Nobleborough, 1823 Aug. 7 (Br. S. 46).

Die Rinde ist glänzend, die Masse selbst (Rose's Howardit) ähnlicher *Bialistock* (Br. S. 51) als *Mässing* (Br. S. 17). Sie ist reich an einer ganz schwarzen, undurchsichtigen Substanz oder wahrscheinlich zwei solchen Substanzen, wovon die eine ähnlich ist dem dunkeln Augit in den Eukriten und besonders in *Juvenas* (Br. S. 42). Außerdem findet sich viel von einem durchsichtigen farblosen Mineral, das vielleicht ein Feldspath, etwa Anorthit ist, sowie Olivin von blafsgelblicher bis gelblichbrauner Farbe, aber wenig Eisen und vielleicht Troilit.

(*Maskelyne Phil. Mag.* (4) Vol. 26, p. 139.)

Mhow, etwa 37 englische Meilen nördlich von *Ghaseepur*, 1827 Feb. 16 (Br. S. 50).

Es fiel ein Schauer von Steinen, von welchen der grösste etwa 1,5^k wog. Er hat ungefähr die Gestalt einer vierseitigen Pyramide und ist mit einer dunkelbraunen, zum Theil schwarzen, stellenweise blättrigen Rinde bedeckt, die ziemlich glänzend, gleichmäfsig und ziemlich dick ist; stellenweise sind glänzendere und dunklere Stellen sichtbar. Unter dem Mikroskop ist der Stein sehr ähnlich *Bachmut* (Br. S. 34) mit welchem auch das spec. Gewicht 3,521 (gegen 3,596 nach *Maskelyne*) nahe übereinkommt. Die ziemlich feste bläulichgraue Grundmasse enthält Einschlüsse von verschiedener Gröfse, die wenig fester, als erstere sind. Die gröfseren Eisentheilchen sind gewöhnlich mit Rostflecken umgeben; doch tritt das Eisen auch als feinsten Staub darin auf. In weit geringerer Menge findet sich Schwefel-eisen, sowie ein schwarzes Mineral, vielleicht Chromeisen.

(*Phil. Mag.* (4) Vol. 25, p. 447.)

North Inch of Perth, 1830, Mai 17 (Br. S. 54).

Es fiel ein Stein während eines Gewitters. Spec. Gewicht 3,494. Das Innere ist bläulichgrau und zeigt da und dort kleine einzelne Rostflecken. Nach dem Gefüge der

Schlifffläche ist's ein *Chondrit*. Die Kügelchen darin sind ziemlich zahlreich und deutlich, doch zeigen sie große Verschiedenheit. Außerdem sind einige sehr deutliche Kristalle eines Minerals mit diagonalen Spaltung in der Grundmasse vertheilt. Eisen ist spärlich, Schwefeleisen etwas reichlicher eingestreut.

(Maskelyne, *Phil. Mag.* (4) Vol. 25, p. 437.

Mascombes, 1835, Jan. 31.

Dieses Datum scheint richtig zu seyn, es findet sich auch im zweiten Pariser Katalog d. d. 15. Dec. 1864. Darnach wäre die Angabe 1836, Jan. 31 in *Compt. rend. T. 58* 1864, Febr. 1 irrthümlich.

Logrono, 1842, Juli. 4 (Br. S. 68).

Ein faustgroßes Stück dieses Steins findet sich in Madrid. Die Etikette lautet: »*Hierro meteorico con peridoto olivino que cayo en el barrio de Barea P^a de Logroño el dia 4 de Julio de 1842*«. Eine weitere Notiz, die ich wie die Etikette der gütigen Mittheilung des Hrn. G. Rose verdanke, besagt noch, daß die Direction des Museums am 24. Jan. 1843 eine Untersuchung (*analisi*) des Steins anordnete und daß er ein Unicum sey. Diefes ist denn auch wirklich der Fall, obgleich wir nur die eben gegebenen dürftigen Nachrichten haben. Es ist *Logrono* die erste und bis jetzt einzige Masse von Meteoreisen mit Olivin, deren Fall beobachtet wurde. Diese Localität wird nur von Greg (*Phil. Mag.* (4) Vol. 8, p. 460) und zwar als *Stein* erwähnt. Auf meine Anfrage theilte er mit, daß Mr. Lettsom, Mineralog und Attaché bei der spanischen Gesandtschaft ihm vom *Logronofall* gesagt habe. »Er sagte, es sey ein schmutziger, staubiger Klumpen, nannte ihn aber einen Stein.« Eine Verwechslung ist bei schlecht gehaltenen Handstücken sehr leicht möglich und sonach Greg's erste Angabe und danach meine zu berichtigen. Schade ist es, daß nicht weitere Notizen zu erlangen waren.

Bishopville, 1843, März 25 (Br. S. 69).

Es ist bekannt, daß in diesem wunderbaren weißen Meteoriten ein besonderes Mineral, *Chladnit* $MgO SiO_3$,

angenommen wird. L. Smith in *Louisville* hatte schon früher (*Sillim. Amer. J.* 1855, März, S. 162) die Vermuthung ausgesprochen, daß Chladnit ein Pyroxen sey. Nun hat er aufs Neue dieses Mineral in größeren Partien und ganz rein untersucht. Zwei Analysen gaben:

	SiO ³	MgO	Fe ₂ O ₃	NaO*
1)	60,12	39,45	0,30	0,74
2)	59,83	39,22	0,50	0,74

* mit wenig Kali und starker Lithionreaction.

Das Eisenoxyd rührt von Eisen her, daß in äußerst kleinen Theilchen im Mineral zerstreut ist. Smith berechnet daraus den Sauerstoffgehalt in

SiO ₃	31,22	2
MgO	15,51	} 1
NaO	0,19	

und so die Formel 3MgO, 2SiO₃ statt der oben gefundenen. Den Ueberschuß von Kieselsäure bei Shepard's Analyse schreibt Smith einer unvollkommenen Schmelzung zu. Darnach käme der *Chladnit* mit Kennigott's *Enstatit* überein und der Stein von *Bishopville* wäre zwar von anderen in den äußeren Charakteren verschieden, aber doch identisch mit einer großen Familie von pyroxenischen Meteorsteinen. Auch Sartorius v. Waltershausen hat bei zwei Analysen einen weit größeren Kieselsäuregehalt gefunden, als Smith.

(*Sillim. Amer. J.* 1864, Sept. p. 225.)

Manegaon, 1843, Juli 25 (Br. S. 72).

Der Fallort, nach Maskelyne *Manegaum*, am Fluß *Pourna*, soll nicht verwechselt werden mit der Stadt *Mallygaum* auf der Route *Bombay-Agra* (im Berliner Verzeichniß ist dieser Name unter *Howardit*), auch nicht mit *Menjergaum*, 130 Meilen südwestlich von Eidulabad. Im Grunde ist's ganz einerlei, wo er fiel, der Name hat nur insofern Werth, um diese Localität nicht mit einer andern zu verwechseln. Der Stein fiel während eines Gewitters; Detonation und Lichterscheinung wurden dabei bemerkt. Er soll anfangs weicher gewesen seyn, als später. Er scheint

Mässing (Br. S. 17) ähnlich zu seyn und enthält eine große Menge von krystallinischen, gewöhnlich unregelmässig geformten Bruchstücken, die selten 1 bis 2 Krystallflächen zeigen, meist aber nur sehr unebene Bruch- oder unvollkommene Spaltungsflächen; sie sind gelb, manche dunkler und grüner. Wahrscheinlich bestehen sie aus Olivin, da sie aber der Einwirkung von Salzsäure länger widerstehen, so ist eine Analyse erwünscht. Diese Bruchstücke in allen Abstufungen von Kleinheit werden zusammengehalten durch ein Mineral, offenbar G. Rose's Anorthit, aber verschiedenen von dem, wie er mit dem Mikroskop in Stannern, Juvenas u. A. gesehen wird. Es ist ein weißes oder gelblich-weißes Mineral. *Troilit* findet sich in geringer Menge. Ein Mineral, das Chromeisen zu seyn scheint, bildet Adern und netzartige Zeichnungen, da und dort auch dunkle Bänder, in welchen seine undurchsichtigen krystallinischen Theilchen durch die anderen Bestandtheile so zu sagen gesprenkelt sind, wodurch der Stein auch eine bläuliche Farbe erhält. — Die Rinde ist bräunlichschwarz; ziemlich dick aber nicht glänzend, wie gewöhnlich bei den Eukriten. Eisen ist nicht darin wahrnehmbar. Spec. Gewicht 3,22 Maskelyne.

(*Phil. Mag. Vol. 26 p. 135.*)

Yatoor, Nellore, 1852, Jan. 23 (Br. S. 82). Die Augenzeugen sahen keine Lichterscheinung, und geben an, der Stein sey zuerst weiß gewesen. Spec. Gewicht 3,63 Maskelyne. Die Gestalt ist ziemlich prismatisch; die Rinde ist offenbar durch Eisenoxyd tief röthlichbraun gefärbt; sie zeigt Sprünge und in einigen Theilen ein pechartiges Aussehen; sollte sie nicht durch die spätere Einwirkung von Feuchtigkeit die besondere Farbe erhalten haben? Die poröse und zerreibliche blaß bläulichgraue Grundmasse ist sehr rostfleckig; in ihr bemerkt man sehr kleine halb durchsichtige, zum Theil graue, aber oft grünlichschwarze unregelmässig gestaltete Einschlüsse, sowie viele Eisenkörnchen. Schwefeleisen findet sich in geringerer Menge, sowie manchmal kleine Theilchen eines gelben Minerals, das wahrschein-

lich auch Schwefeleisen ist. Ein schwarzes Mineral, das in sehr geringer Menge vorkommt, scheint Chromeisen zu seyn. Unter dem Mikroskop erscheint die Masse als ein Gemenge von bestimmten Krystallen und krystallinischen Substanzen. Doch sind die Krystalle in der Grundmasse verschieden, am häufigsten bemerkt man solche mit nur wenig Spaltbarkeit; sie scheinen Olivin zu seyn. Ein anderes ist wahrscheinlich ein Feldspath. Auch die Kügelchen sind unter dem Mikroskop verschieden.

(Maskelyne, *Phil. Mag.* (4) Vol. 25, p. 443.)

Parnallee, 1857, Febr. 28. (Br. S. 91).

Maskelyne giebt die Abbildung des grossen über 58^K schweren Steins im *Brit. Museum*. Die Rinde ist graubraun, ziemlich dick, doch scheint sie auf der Seite, die sehr reich an Vertiefungen ist, weniger dick zu seyn, als an anderen Stellen. Spec. Gewicht 3,41 Maskelyne. In der Anzahl der Kügelchen zeigt der Stein Aehnlichkeit mit dem von *Borkut* (Br. S. 83), doch unterscheidet er sich von demselben durch die Festigkeit, mit welcher die Kügelchen in *Parnallee* eingefügt sind.

(*Phil. Mag.* (4) Vol. 25, p. 438.)

Kheragur, *Khiragurh*, *Dhenagur*, etwa 28 engl. Meilen S O. von *Bhutpoor*. 1860, März. 28. (Br. S. 104).

Die Rinde ist sehr schwarz, schwach glänzend, dick und etwas blättrig. Spec. Gewicht 3,391 Maskelyne. Die Grundmasse ist ein beinahe weisses Mineral, reich durchstreut mit Einschlüssen von Olivin von manchmal sehr dunkler Farbe, wenig Eisen, aber in ziemlich grossen Körnchen, die mit Rostflecken umgeben sind; in Gesellschaft damit tritt auch ziemlich viel Schwefeleisen auf. Unter dem Mikroskop bemerkt man auch in kleiner Menge ein weisses undurchsichtiges Mineral. Der Stein kann nicht polirt werden.

(Maskelyne, *Phil. Mag.* Vol. 25, p. 446.)

Die vorstehenden reichen Notizen besonders über indische Localitäten des britischen Museums rechtfertigen den

schön ausgesprochenen und hier wiederholten Dank für Maskelyne's Arbeiten.

Außerdem ist noch eine kleine Reihe von neu bekannt gewordenen Meteoritenfällen nachzutragen; ich lasse sie auch der Zeit nach folgen.

Igast, Livland, 1855, Mai 17, 6 Uhr Nachmittag.

Grewingk und Schmidt geben in ihrer schon erwähnten Schrift (S. 41) eine Schilderung des Ereignisses und des dabei gefallenen Steins. Beide sind so aufsergewöhnlich, daß etwas genauer darauf eingegangen zu werden verdient. »Zur oben angegebenen Zeit saß an einem sehr schwülen Nachmittage Fräulein Lachmann auf der Freitreppe des Wohngebäudes von *Igast*; Frau Bornwasser war im Vorhofe nicht weit von ihr mit Bügeln beschäftigt. Plötzlich sieht Erstere zwischen den auf dem Hofe befindlichen Linden in 15 bis 20 Schritt Entfernung und in 1 bis 1½ Faden Höhe über dem Boden eine große, den Dimensionen nach nicht genauer bestimmbare blendende Lichterscheinung und hört in demselben Momente einen so furchtbaren Knall, daß sie, mit beiden Händen das Gesicht bedeckend und sich bückend angstvoll das Komende erwartet. Frau Bornwasser läßt vor Schreck das Bügeleisen fallen und sie bemerkt, wie sie für eine Zeit lang des Gehöres beraubt ist«. Hr. Schultz, Besitzer des Gutes *Igast*, befindet sich zugleich etwa 1 Werst davon; die Pferde werden durch die furchtbare Detonation scheu. Zu Hause angekommen wurde von Hrn. Apotheker Bornwasser nach Meteoriten gesucht: »Er fand in der Nähe einer Linde, die dem Punkte entsprach, wo Fräulein Lachmann das Meteor gesehen hatte, und deren Rinde eine dem Anschein nach frisch geschundene Stelle aufwies, los auf dem Rasen und gleichsam wie nach dem Zerspringen einer Masse zerstreut umherliegend, mehrere eigenthümliche Mineralkörper. Von denselben wurden zwei kleine Handvoll auf gelesen«. Es ist besonders hervorzuheben, daß Grewingk alle diese Thatfachen nicht lange Zeit nach dem Ereigniß, sondern noch im Frühjahr 1855 sammelte, also in einer

Zeit wo das Ereigniß in allen seinen Theilen noch im lebhaftesten Andenken stand. Von keinem anderen Meteoritenfall wird Aehnliches berichtet. Aber die Augenzeugen sind Leute, von denen nicht angenommen werden kann, daß sie sich über einen Roman verabredeten. Hier kommt das Meteor fast bis zur Erde, während es sonst in der Höhe von mehren Meilen explodirt. Noch merkwürdiger aber ist die gefundene Mineralmasse selbst.

Spec. Gewicht gepulvert und ausgepumpt 2,679

» » unverändert und gekocht 2,310

» » unverändert nicht gekocht 1,540

Die Farbe schwankt zwischen dunkelbraun, aschgrau und braunroth. Alle Stücke zusammengekommen zeigen Uebergänge von einer feinlöcherigen oder zelligen, geschmolzenen oder gefritzten Masse, bis zu einer blasenreichen, vollkommen entwickelten gleichartigen Lava. Die kleineren Stücke sind fast durch und durch lava- oder bimssteinartig. Diesem von allen anderen Meteoriten durchaus abweichenden Aussehen entspricht auch die Zusammensetzung, denn die Analyse ergab

80,874 Proc. SiO_2 , davon 20,037 in HF unlösliche größere Quarzfragmente, der Rest theils freie SiO_2 , theils Bestandtheil von

58,140 Proc. Silicat vom Orthoklastypus ($\text{RO}:\text{R}_2\text{O}_3:4\text{SiO}_2$) und kleine Mengen NaCl , KCl und KOSO_3 .

Beim Schmelzen verhalten sich die Igaststeine anders wie Bimsstein, Sandstein und Quarzporphyr; im Kieselsäuregehalt erinnern sie an manche vulkanische Gesteine, besonders Islands. Kein anderer Meteorit enthält soviel Kieselsäure wie Igast. Es passen diese Steine in kein System, ja sie widersprechen allen Erscheinungen, die wir an Meteoriten wahrzunehmen gewöhnt sind. Müssen sie trotzdem als solche anerkannt werden? Ich glaube, wir dürfen sie nicht zurückstoßen, wenn wir nicht in die Fehler verfallen wollen, welche sich die ersten Zeitgenossen Chladni's zu Schulden kommen ließen. Aber wir müssen abwarten, ob nicht das Glück will, daß wieder einmal

ein solcher Körper gefunden werde. Paris hat die Localität in seinen Katalog aufgenommen (1 Gr.).

Dacca, Ortschaft *Shythal*, Bengalen. 1863, Aug. 11 um die Mittagszeit.

Der Fall eines Steines wurde beobachtet, weitere wurden nicht gefunden. Mit dem Fall waren Licht- und Schallerscheinungen wahrgenommen.

Die Rinde ist sehr dünn, schwarz, etwas rauh mit kleinen Fäserchen und Grübchen. Im Inneren ist die Masse körnig, lichtgrau mit dunkleren Streifen, die sich in einander verschlingen. Man sieht gröfsere und kleinere Partien, wodurch die Grundmasse gesprenkelt erscheint. Eisen tritt in kleinen Blättchen und gröfseren Partien mit splitterigem Bruch auf, Schwefeleisen in einzelnen gelblichen Partien. — Brennand wies Eisen, Mangan, Kobalt, Nickel und Kieselsäure darin nach. — Der Stein soll nach London kommen.

(Haidinger, Wien. Akad. Ber. Bd. 48, 1863, Dec. 10, mit 2 Abb.)

Tourinnes la Grofse, 3 Lieues von Löwen, 1863, Dec. 7, gegen 11 Uhr Morgens.

Schon im ersten Nachtrag¹⁾ wurde diese Localität unter *Tirlemont* erwähnt und die wichtigsten geschichtlichen Notizen gegeben. Spec. Gewicht = 3,52 Saemann. Der frische Bruch ist graulichweifs, feinkörnig und dicht. Die broncefarbenen metallischen Körnchen sind reichlicher eingestreut, als die Eisentheilchen; erstere sind nicht magnetisch. Selten finden sich Kügelchen einer bräunlichen Substanz; sie sind leicht zu isoliren, wenn ein Stück Stein in concentrirte Salzsäure gelegt wird.

Pisani hat eine Analyse des Steins geliefert. Er fand

Fe	Ni	Sn	S	Chrom Eisen	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO
11,05	1,30	0,17	2,21	0,71	37,47	3,65	13,89

MnO	MgO	CaO	NaOKO
Spur	24,40	2,61	2,26

Diese vertheilen sich in folgender Weise:

1) Diese Ann. Bd. 122, S. 322. 330.

Eisen mit Nickel, Zinn und Spur Phosphor	8,67
Schwefeleisen (Pyrit)	6,06
Chromeisen	0,71
Silicate	84,28.

Von letzteren werden durch Säure gelöst 48,90 Proc. die zusammengesetzt sind aus

SiO ₃	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	NaOKO
17,10	0,73	10,35	19,80	0,64	0,03
O 9,12		10,21			

Darnach hat dieser Theil die Zusammensetzung des Olivins. Der nicht lösliche Theil, 51,10 Proc. besteht aus:

SiO ₃	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	NaOKO
27,20	3,59	6,10	9,12	2,45	2,65
O 14,49		8,05			

also annähernd mit der Zusammensetzung des Augits, doch vermuthet Pisani noch einen Feldspath darin.

(Saemann *Compt. rend.* 1864, T. 57, p. 74. Pisani ebend. 1864, Bd. 58, S. 169.)

Trapezunt, 1863, Dec. 10? 14? gegen 3 Uhr Morgens.

Es wurde ein Meteor bemerkt, und ein furchtbares Getöse weithin gehört. Wo das Meteor niedergefallen seyn sollte war ein großes Loch; ringsum war alles verbrannt und geschwärzt. In der Mitte lag ein ziegelähnlicher Körper bedeckt mit Koth und verbrannten Stoffen. Was aber davon als Meteorit in Wien ankam ist von allen anderen wesentlich verschieden. Was als *Rinde* bezeichnet war ist etwa 1 Zoll dick, nicht geschmolzen, sondern hat Aehnlichkeit mit einem groben, scharf getrockneten oder oberflächlich verglühten stark eisenschüssigen Thon; die metallartigen Einschlüsse sind Pyrolusit! Ebenso wenig mit dem gewöhnlichen meteoritischen Aussehen stimmt der sogenannte *Kern*, der aus einem mehr schaumartigen, zwischen den Fingern zerreiblichen Gestein besteht, voll blasenähnlichen Hohl-

räumen von dunklerer graubrauner Farbe; so erhält das Ganze ein bimssteinartiges Aussehen, das in der Beschreibung lebhaft an *Igast* erinnert. Doch zeigen sich in Trapezunt sehr kleine gelbliche durchsichtige Krystalle mit glatten Flächen, vielleicht Olivin, dann wieder ein deutliches scharfkantiges Bruchstück, das dem Braunit ähnlich ist und auch Manganreaction zeigt. Im neusten Wiener Verzeichniss ist diese Localität nicht aufgeführt, also als zweifelhaft einstweilen zur Seite gelegt. Es wäre von Interesse *Trapezunt* und *Igast* zu vergleichen.

(Haidinger Wien. Akad. Ber. Bd. 49 1864, April 28.)

Manbhoom, Bengalen 1863, Dec. 22, 9 Uhr Vormittags.

Unter Detonationen fielen mehre Steine, von welchen zwei und verschiedene kleine Bruchstücke gefunden wurden. Der grösste wog 1,5^K, war sehr zerklüftet und wurde an verschiedene Sammlungen vertheilt. Am kleineren Stück, das ganz blieb, ist die Rinde merkwürdig; sie ist von zweierlei Beschaffenheit. Ein kleinerer Theil ist ziemlich dick, fest und dunkelbraun; der andere Theil ist viel dünner, viel schwärzer und mehr glasig. Und wo die zwei Varietäten der Rinde an einanderstossen sieht man die letztere glasige Rinde sehr deutlich wie übergeflossen über die andere längs der scharfen Kanten des Steins, welche sie von einander trennen.

Die Grundmasse zeigt »meteorische Tuffstructur« und enthält scharfeckige, festere Einschlüsse; diese sind etwas dunkler als die aschgraue Grundmasse. Troilit ist sehr fein, aber auch in einzelnen Nestern von 2 bis 3 Linien Durchmesser, Eisen dagegen nur sehr vereinzelt in allerkleinsten Theilchen eingesprengt. Spec. Gew. 3,42 Haidinger.

(Wien. Acad. Ber. 1864, Juli 21.)

Nerft in *Kurland*, 1864, April 12, bei Sonnenaufgang (4 Uhr 45 Minuten.)

Unter donnerartigem Getöse fielen zwei Meteoriten von 4,5 und 5,3^K; der grösste ist von glasigem Aussehen, unre-

gelmäßiger, würfelfartiger Form mit etwas abgerundeten Kanten und von schmutzig graubrauner Farbe.

(Grewingk und Schmidt Meteorsteinfälle S. 138,)

Orgueil (Dep. Tarn- et Garonne) Frankreich 1864, Mai 14, 8 Uhr Abends.

Kesselmeyer hat schon (Pogg. Ann. Bd. 122, S. 654) einzelnes über den Fall berichtet; ich beschränke mich daher auf die wichtigsten Thatsachen.

Eine sehr glänzende Feuerkugel, die sich von W — O bewegte und an vielen Orten in Frankreich gesehen wurde, detonirte heftig. Dann fielen viele Steine, von welchen über 20 gesammelt wurden. Die größten hatten die Gröfse eines Menschenkopfs, die meisten waren faustgroß. Sie kamen heifs zur Erde. Die Rinde ist sehr hart, schwarz, matt, etwa $\frac{1}{2}$ mm dick. Die schwarze, weiche, leicht zerreibliche Masse des Steins ist von einigen dunkeln Adern durchzogen, auch zeigen sich stellenweise etwas weifsliche Punkte, sowie sehr feine bronze gelbe Körnchen mit Metallglanz, die unter dem Mikroskop Krystallform zeigen und mit dem Magnet ausziehbar sind.

Spec. Gewicht in Benzol bestimmt 2,567 Cloëz. In Wasser zerfällt nämlich die Masse meist sehr rasch zu einem schwarzen amorphen Brei. Wären die Steine zufällig während eines Regens in den feuchten Ackerboden gefallen, so wären wir voraussichtlich um diese merkwürdigen Fremdlinge gekommen. Doch zeigen nach Pisani nicht alle Stücke ein gleiches Verhalten; zum Theil sind die schwarzen Stäubchen so fein im Wasser vertheilt, dafs sie durch's Filter gehen, bei anderen setzen sie sich rasch ab und filtriren sich klar. Wenn schon von Interesse ist, dafs wir hier den vierten Kohlenmeteoriten gefunden haben, so steigt noch das Interesse durch die anderen Bestandtheile. Vorzüglich fällt die Menge der in Wasser löslichen Salze auf, die nach Cloëz etwa 5,3 Proc. betragen. Pisani fand nur 3,35 in Wasser lösliche Bestandtheile. In sehr geringer Menge finden sich in der schwarzen Masse auch

äußerst kleine rhomboëdrische Krystalle; in 20 bis 25 Grm. des Steins wurden nur vier derselben gefunden. Sie haben $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ mm Seitenlänge, selten sind sie 3 mm lang. Auch Pisani hatte sie wahrgenommen und für einen Feldspath gehalten, der von Säuren angegriffen wird. Des Cloizeaux wies nach und Daubrée bestätigte, daß es ein Magnesia-Eisencarbonat wie *Breunerit* ist, das bis jetzt noch in keinem anderen Meteoriten gefunden wurde. Aber auch da, wo nichts davon zu entdecken ist, läßt sich Kohlensäure nachweisen. Wasser, Ammoniak und organische Materie sind schon früher in anderen kohligen Meteoriten nachgewiesen worden. Hier wurden sie von Cloëz gefunden, gewissermaßen unmittelbar nach dem Niederfallen, sodaß nicht anzunehmen ist, daß diese Bestandtheile nicht ursprünglich und aus dem Weltraum mitgebracht seyen. Hat doch Cloëz außer hygroskopischem Wasser, welches bei 120° entwich, fast 8 Proc. Wasser gefunden, welches erst bei einer Temperatur über 200° wegging; er betrachtet es als Hydratwasser von Silicaten und nimmt an, daß der Stein aus Wasser entstanden sey und sich mit humusartiger organischer Materie abgesetzt habe.

Er fand diese nach dem Trocknen bei 110° zusammengesetzt aus:

C	H	O	Sa
63,45	5,98	30,75	100,00

Diese Substanz scheint demnach wesentlich verschieden zu seyn von dem durch Wöhler in den Steinen von *Kaba* (Br. S. 93) und *Bokkeveld* (Br. S. 60) scheereritartigen Kohlenwasserstoff, ähnlicher aber der von Berzelius in *Alais* (Br. S. 19) gefundenen humusartigen Substanz.

Die Analysen von Cloëz und Pisani gestatten einen Blick in die chemische Zusammensetzung dieses merkwürdigen Steins. Zur Vergleichung wird die Analyse des *Cold Bokkeveld*-Steins von Harris danebengesetzt.

	Orgueil				Bokke- veld Harris
	Cloëz		Pisani		
	natürl. Zustand	b. 110° getrocknet	b. 110° getrocknet	in HO lösl. Th.	
Hygrosk. Wasser	5,975	—	—	—	—
SiO ₂	24,475	26,03	26,08	—	30,80
SO ₂	2,195	2,33	1,54	1,40	—
S ₂ O ₃	—	—	0,53	0,48	—
S	4,369	4,64	5,75	—	3,38
Cl	0,073	0,07	0,08	0,08	—
P	Sp.	Sp.	—	—	Sp.
Al ₂ O ₃	1,175	1,25	0,90	—	2,05
Fe ₂ O ₃	13,324	14,23	8,30	—	—
Cr ₂ O ₃	0,225	0,24	0,49	—	0,76
FeO	17,924	19,06	21,60	—	29,94
NiO	2,450	2,60	2,26	—	—
CoO	0,085	0,09		—	—
MnO	1,815	1,93	0,36	—	0,97
MgO	8,136	8,67	17,00	0,30	22,20
CaO	2,183	2,32	1,85	0,16	1,70
KO	0,307	0,32	0,19	0,16	1,23
NaO	1,244	1,32	2,28	0,77	
NH ₄ O	0,098	0,10	—		
Organ. Subst.	6,027	6,41	13,89	—	0,25
Hydratwasser	7,345	7,81		—	—
C (amorphe Kohle)	—	—	—	—	1,67
Fe	—	—	—	—	2,50
Ni	—	—	—	—	1,30
Cu	—	—	—	—	0,03
Co	—	—	—	—	Sp.

Als wesentlicher Unterschied fällt dabei auf, daß Orgueil kein metallisches Eisen und andere Metallbestandtheile, dafür aber eine ganze Reihe von löslichen Chlorverbindungen enthält. Zu verwundern ist, daß in Orgueil keine amorphe Kohle gefunden worden ist, denn es läßt sich annehmen, daß die schwarze Farbe nicht allein von der humusartigen Substanz herrührt. Die Kohlensäure, die Cloëz bei zwei Analysen zu 0,575 und 0,544 Proc. bestimmte, ist auch nicht oben angeführt. Darnach wäre der Stein zusammengesetzt aus:

	Cloëz.	Pisani.
Magneteisen	20,627	15,77
Schwefeleisen (Magnetkies)	7,974	} 13,43
Schwefelnickel	3,169	
Silicate	45,127	56,42
Humusartige Substanz	6,410	} 13,89
Hydratwasser	7,812	
Lösliche Salze	6,414	3,35
Chrom Eisen		0,49

Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen und werden gewiß weitere interessante Aufschlüsse geben.

(Compt. rend. 1864 an vielen Stellen.)

Dolgowli, 1864, Juni 26, Morgens 7 Uhr.

Auf 40 Werst im Umkreis wurden zwei donnerartige Schläge gehört. Es fiel ein Stein von etwa 1,6^K der nach *Kiew* kommen soll.

(Heis VVochenschr. 1864, S. 328.)

In dem Pariser Verzeichniß ist noch aufgeführt: *Loebau*, Sachsen, 1835, Jan. 13. Nach Pogg. Ann., Ergänzungsband 4, S. 353 muß der Fall als höchst zweifelhaft erscheinen. Keine andere Sammlung besitzt diese Localität. *Oviedo*, Spanien 1856, Aug. 5 und *Sevilla*, Spanien, 1862, Nov. 1 sind ganz unbekannt und wären darüber weitere Aufschlüsse sehr erwünscht.

Chilenische Meteoriten. Schon seit längerer Zeit ist der *Pallasit von Atacama* (Br. S. 127) bekannt; *Philippi* erwarb sich große Verdienste um das Aufsammeln der letzten Reste. Dann wurde der *Mesosiderit von Sierra de Chaco* (Br. S. 131) auch in der Wüste *Atacama* durch *G. Rose* bekannt. Davon verschieden ist die Meteor-eisenbreccie von *Copiapo*, ebenfalls in *Chili*, die *Haidinger* beschrieb und dabei, nach *Tschudi's* Mittheilung, eine vierte Localität 20 Leguas NO. von *Toconado* erwähnt, die mit *Atacama* übereinstimmt, deren Fundort aber von dem *Philippis* 50 Leguas nördlicher liegt. Von *Toconado* scheint nur sehr wenig nach Europa gekommen zu seyn, wenigstens wird diese Localität in keinem Katalog erwähnt. *Tschudi* besitzt davon Fragmente und giebt an,

es sey ein Block von etwa 1000^K. Er hat auch sehr schöne Steigbügel und Sporen aus diesem Meteoreisen gesehen.

Sierra de Chaco, Wüste Atacama (Br. S. 131).

Domeyko giebt eine ausführliche Beschreibung und eine Analyse dieser merkwürdigen, mit Hainholz (Br. S. 130) nahe übereinstimmenden Localität. Der Fundort liegt ziemlich in derselben Entfernung von der Küste, wie Philippis »Atacama«, aber über einen Breitengrad südlicher. Es ist kein Meteoreisen, sondern besteht hauptsächlich aus Silicaten, in welchen nickelhaltiges hämmerbares Eisen in ganz unregelmäßigen Theilchen eingebettet ist; auch ist darin eine Menge von Troilit eingeschlossen. Es finden sich diese Meteoriten in sehr beträchtlicher Menge 10 Meilen südöstlich von der Silbermine *Isla*, nahe bei den Kupferminen von Taltal, in einer wüsten Ebene. Die Meteoritenblöcke liegen da ohne Ordnung und bestimmte Richtung herum. Die größten derselben sind etwas in die Erde versenkt. Sie finden sich so reichlich, daß man leicht über 1000^K davon sammeln könnte. Trotz der Schwierigkeit des Transports sind schon über 50^K nach *Copiapó* gebracht worden. Domeyko unterscheidet *ganze Meteoriten* und *Bruchstücke*. Erstere sind unregelmäßig gestaltete Blöcke mit abgerundeten Kanten und Ecken; die Oberfläche ist unregelmäßig und etwas rauh, aber nie porös oder zellig. Die gewöhnliche schwarze Schmelzrinde fehlt. Außen sind sie schwärzlichbraun mit Rostflecken; die Oxydation ist stellenweise auch in die Tiefe vorgedrungen. Daneben finden sich aber auch Stellen mit gleichmäßiger, und härterer Oberfläche, die einen schwachen Harzglanz hat. Von diesen Stellen ziehen sich gewöhnlich in das Innere des Stein sehr unregelmäßige Körner von metallischem Eisen, das sich manchmal auf der Oberfläche in dünnen Blättchen ausbreitet. Außen ist das Eisen immer schwarz und glanzlos.

Die *ganzen* Meteoriten zeigen beim Zerschlagen im Innern gar keine Veränderung durch Oxydation an, es las-

sen sich drei sehr verschiedene Bestandtheile unterscheiden: 1) die aschgraue Hauptmasse mit grobkörnigem Gefüge und schwachem Harzglanz zeigt unter dem Mikroskop eine glasartige farblose, oder eine etwas bräunliche durchscheinende Masse, dann einen schwarzen, sehr unregelmäßig vertheilten Bestandtheil. 2) In geringer Menge findet sich ein glasartiges blättriges Silicat von 3,6 spec. Gewicht; es hat einen stärkeren Glanz, die Farbe ist schwärzlichgrau, manchmal fast schwarz; unter dem Mikroskop erscheint es zusammengesetzt aus einer glasartigen farblosen Substanz, in welcher, wie in der Hauptmasse, der färbende schwarze Bestandtheil sich unregelmäßig vertheilt findet. 3) Metallisches Nickeleisen ist in ganz unregelmäßigen Körnern von allen Größen bis zu 1,5 Grm. Gewicht in der Grundmasse vertheilt.

Die *Bruchstücke* sind von einer weicheren und weniger dichten Masse zusammengesetzt und von Oxydationsproducten durchzogen. Die schwarze Masse vermindert sich in demselben Verhältniss, als sich die Rostmasse vermehrt; aber die metallischen Einschlüsse scheinen unverändert. Sonst finden sich dieselben Bestandtheile wie in den ganzen Meteoriten, nur hat das zweite Silicat, Olivin, eine gelbliche oder bräunlichgelbe Farbe; die erste graue Masse ist mehr farblos, sodass man leicht den farblosen, amorphen Hauptbestandtheil erkennen kann. Innerhalb der Bruchstücke liegen aber Kerne, die genau mit der Masse der ganzen Meteoriten übereinstimmen und sich durch Hammerschläge daraus ablösen lassen, so dass Domeyko annimmt, dass die vielen Blöcke, die man auf der Oberfläche des Gebiets zerstreut findet und für eben so viele *einzelne* Meteoriten hielt, nur die Kerne einer einzigen meteoritischen Masse sind, die in Stücke von verschiedener Härte zerbrach. Hierdurch würde sich auch das Fehlen der Schmelzrinde erklären.

Specifisches Gewicht der Kernmasse	A 5,64	} Domeyko
der zersetzten weicheren Masse	B 4,10	

Scheidung durch den Magnet:

	Nickeleisen	Magnetstaub	Nichtmagn.
A {	39 Proc.	18,7 Proc.	54 Proc.
	12 "	10 "	78 "
B	35 "		60 "

Chemische Untersuchung: das Nickeleisen löst sich in verdünnter Salzsäure beim Erwärmen nicht vollständig; es bleibt ein schwarzes Pulver zurück, das etwa der Formel Ni_3Fe_4 in seiner Zusammensetzung entspricht. In drei Analysen nach verschiedenen Methoden fand Domeyko das Nickeleisen zusammengesetzt aus:

	1.	2.	3.
Fe	88,9	88,2	88,8
Ni	11,1	11,8	11,2

Kobalt fand er nicht und nur zweifelhafte Spuren von Phosphor.

Schwefeleisen = 4,34 Proc. S + 7,50 Proc. Fe = 11,84 Proc. des Ganzen, entsprechend FeS , Troilit.

Das unter 2) aufgeführte glasartige blätterige Silicat ergab bei der Analyse nach Abzug des unlöslichen Rückstandes

SiO_2	FeO	MgO	CaO	Al_2O_3	Na
26,21	40,32	18,55	10,08	4,03	99,19
O = 1	O = 1.				

Es ist demnach Olivin $(\text{MgO}, \text{FeO})_2\text{SiO}_3$ dem Kalk und Thonerde von dem folgenden Bestandtheil beigemengt war.

Die Grundmasse, die unter 1) beschrieben wurde, löste sich nur theilweise in Königswasser. Die Analyse ergab:

	Im Ganzen	O	In Säuren lösl.	O	Unlös.
SiO_2	43,22	(22,4)	9,70	(5,0)	33,52
Al_2O_3	7,60	(3,6)	7,60	(3,6)	—
FeO	26,52	(5,3)	15,04	(3,3)	11,47
MgO	6,60	(2,6)	0,60	—	6,00
CaO	4,27	(1,2)	4,27	(1,2)	—
NaO	0,40	—	—	—	0,40
S 4,34	} 11,84	37,21		51,39	
Fe 7,55					
	100,45				37,21
					11,48
					100,08

Eine zweite Analyse des Unlöslichen gab ein etwas abweichendes Resultat. Ich setze beide zur Vergleichung unter einander.

	SiO ₂	FeO	MgO	NaO
1. Anal.	65,24	22,32	17,25	0,77
2. Anal.	60,25	22,10	11,67	0,30
	O = 3	:	1	

Darnach bleibt für die Interpretation der Analyse des in Säure löslichen Theils ein weiter Spielraum.

(Domeyko, *Ann. d. Mines*, Vol. V, 1864, p. 431.)

Copiapo, Chili.

Unter diesem Namen beschreibt Joy ziemlich mangelhaft einen Meteoriten der etwa 50 engl. Meilen von *Copiapo* in der Provinz Atacama gefunden worden seyn soll, und giebt eine Analyse davon. Haidinger beschreibt einen Meteoriten, von *Copiapo* sehr genau und giebt vorzügliche Abbildungen von den polirten Flächen; dafs beide derselben Localität angehören, hält Haidinger für möglich, kann es aber nicht mit Sicherheit feststellen.

Joy's Meteorit im mineralogischen Cabinet von *Union College, Schenectady, New York*, wog unzerschnitten 1784 Grm. Spec. Gewicht 4,35. Schon dieses zeigt, dafs mit dem Eisen eine beträchtliche Menge von steinigen Bestandtheilen gemengt ist; einzelne schienen Olivin, andere hatten mehr das Aussehen von theilweise zersetztem Labradorit.

Haidinger's drei sorgfältig geschnittene und polirte Stücke wogen zusammen 1242 Grm. Es zeigen dieselben grofse Aehnlichkeit mit *Tula* (Br. S. 195); auf dem polirten und geätzten Eisen werden stellenweise feine Linien und Punkte von Schreibersit sichtbar. Besonders merkwürdig sind die mannigfaltigen Einschlüsse wirklicher Meteoritenbrückstücke mit scharfen Kanten, sodafs das Ganze wahre Breccienstruktur annimmt. Die Mengung von Eisen und Silicat ist verschieden; es finden sich selbst ganz eisenfreie Silicatstückchen. Troilit in gröfseren und kleineren Partien findet sich theils allein, theils in Verbindung mit Silicaten, theils mit Eisen. Auch Graphit läfst sich erkennen.

Joy's Analyse ergab für den metallischen Theil:

Fe	Ni	Co	Mn	Cu	S	P	Sa
48,298	5,298	0,838	0,375	0,040	2,693	0,115	57,657 Proc.

oder 83,7 Proc. Eisen und 9,2 Proc. Nickel,
während v. Hauer

93 Proc. Eisen und 6,4 Proc. Nickel
in den reinsten Eisentheilen des Wiener Meteoriten fand.

Für den mineralischen Theil fand Joy

NiO									
SiO ₃	MnO	Cr ₂ O ₃	CoO	FeO	MgO	Al ₂ O ₃	CaO	SnO ₂	Sa
20.69	0.97	0.47	0.07	10.42	4.28	3.77	1.54	0.19	42.40

Daraus berechnet er als Zusammensetzung der ganzen
Masse:

Nickeleisen (mit Kobalt, Mangan und Kupfer)	48,689
Schwefeleisen	7,405
Chrom Eisen	0,701
Schreibersit { Fe Ni P }	1,563
{ 1,38 0,67 0,115 }	
Olivin (RO, SiO ₂)	11,677
Labrador (R ₂ O ₃ , SiO ₂ + 4RO, SiO ₂)	29,852
Zinnstein (SnO ₂)	0,189
	<hr/> 100,076.

»So etwas«, bemerkt dabei Haidinger, »liefse sich
recht wohl auch von dem heute beschriebenen Meteoreisen
in manchen Stellen nach Auswahl erwarten.«

(Joy, *Sillim. Amer. Journ.* (2) T. 37, 1864, p. 243.)

(Haidinger, *Wien. Acad. Ber.* Bd. 49, 1864, Mai 12.)

Zacatecas (Br. S. 144).

Dr. Cavaroz schreibt von *Durango* 21. Sept. 1864,
dafs er auf einem schönen Landgut vor der Ankunft in
Zacatecas einen Eisenblock gefunden habe; ein Stück da-
von wurde früher schon abgeschlagen. Der Rest hat etwa
70 Centim. Länge, 30 Centim. Breite und 25 Centim. Dicke.
Die Gestalt ist unregelmäfsig rechteckig. Die obere Fläche
zeigt verschiedene rundliche Vertiefungen.

(*Compt. rend.* 1864, Dec. 26, p. 1100.)

Durango, (Br. S. 149).

Von Cavaroz wird gleichzeitig mit der vorigen Notiz die Existenz eines Meteoreisens von *Durango* geleugnet; es sey, meint er, eine Verwechslung mit dem *Cerro mercado*, $\frac{1}{4}$ Meile N. von *Durango*, der reich an Eisenerz sey. Es ist nicht nöthig, diese Meinung hier zu widerlegen.

Cosby's Creek (Br. S. 164).

Arva (Br. S. 168).

Reinh. v. Reichenbach stellte Untersuchungen über ihr Verhalten gegen verdünnte und concentrirte Säuren an, sowie über die dabei verbleibenden phosphorhaltigen Rückstände. Bei sehr verdünnter Säure bleibt in der Kälte ein grauschwarzer, in der Sonne flimmernder Rückstand (10 Proc.) der 1 Proc. Phosphor enthält. Werden stärkere Säuren angewendet, so bleiben nur 2 Proc. Rückstand mit 5 Proc. Phosphor, (Schreibersit). Bei jahrelanger Einwirkung der Säure in der Kälte löst sich dieser auch.

(Diese Ann. Bd. 119, S. 172.)

Tucson, Arizona, Verein. St. v. N. Am. (Br. S. 183).

Schon früher a. a. O. wurde *Tucson Sonora*, als ein Eisen beschrieben, das ganz mit einem steinigen Mineral von Nadelkopfgroße und kleineren Körnchen angefüllt ist; bei hoher Politur sind diese Einschlüsse nicht sichtbar, treten aber beim Aetzen deutlich hervor. Haidinger beschreibt diese Localität genauer als *Carleton-Tucson Arizona*; ein Block von etwa 300^K war von General Carleton aus Arizona der Stadt San Francisco zum Geschenk gemacht worden. Nach Wien kamen 455 Grm. Ein anderer Block von daher, im Gewicht von 7 bis 800^K, der lange im Besitz der Familie *Ainsa* in Hermosillo, *Sonora*, war, kam als Geschenk an das Smithsonian'sche Institut in *Washington*. Haidinger bezeichnet es zum Unterschied vom vorigen als *Ainsa-Tucson-Meteoreisen*. Ersteres ist »körniger Eisensfels« der in einzelnen Partien ganz deutlich den metallischen Krystalladamast, sowie da und dort feine Zwillingslinien zeigt. Durch die ganze Masse sind zahlreiche steinige Punkte eingestreut, die auf den beigegebenen bei-

den Abdrücken sehr deutlich hervortreten. Sie sind der Hauptsache nach Olivin. In Ainsa-Tucson ist kein Olivin wahrzunehmen, dagegen eine große Zahl von weissen, wie es scheint krystallinischen Körnchen, die wie ein Feldspath aussehen und vielleicht Anorthit sind.

Brush analysirte das *Carleton-Tucson*-Eisen und fand:

Fe	Ni	Olivin	Cu	P	CISCr
79,44	9,17	10,07	0,08	0,49	Spuren
SiO ₂	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	
3,36	2,85	Sp.	1,16	2,43	

(Brush, *Sill. Am. J.* (2) T. 36, p. 152.)
(Haidinger, *Wien. Acad. Ber.* Bd. 48, S. 301.)

Sarepta (Br. S. 190).

Auerbach macht noch besonders darauf aufmerksam, dass das Eisen in seinem Gefüge nicht überall gleiche Structur zeigt. In einzelnen Stücken zeigt sich sehr deutlich eine grobkörnige Zusammensetzung und die einzelnen Individuen oder Körner treten beim Aetzen scharf begränzt hervor, ja zuweilen trennen sie sich ganz von einander. Jedes Individuum hat sein eigenes System damastartiger Schraffirungen, welche verschieden spiegeln. Bei einer Analyse fand er:

Fe	Ni	Sa	Si	Schreibersit
95,937	2,657	0,017	0,020	1,315

(*Wien. Acad. Ber.* Bd. 49, 1864, Mai 12.)

Cohahuila (Br. S. 192) Hacienda S. Rosa.

Wichelhaus löste zum Zweck der Analyse in starker Salzsäure; es blieb ein Rückstand von 1,262 Proc. der als Phosphornickeleisen angesehen wurde. Er fand a) in der Lösung, b) im Rückstand:

Fe	Ni	Co	P	Sa
a) 95,540	2,902	0,532	0,868	99,842
b) 0,532	0,361	0,018	0,178	1,089
				100,931

Die Analyse stimmt nahe mit der früher angeführten von Smith.

(*Pogg. Ann.* Bd. 118, S. 631.)

Dacotah.

Im ersten Nachtrag (S. 327) ist die Analyse von Jackson im Auszug gegeben. Bei zwei Proben fand er:

Fe	Ni	Sa	P	Co	Cr	Cl	C	Sa
91,735	6,532	0,063	0,010	Sp.	Sp.	0,000	0,000	98,340
91,735	7,080	0,063	0,010	Sp.	Sp.	0,000	0,000	98,888

(*Sill. Am. J.* (2) T. 36 p. 259.)

Werschne-Udinsk, Niro, Transbaikalien, Rußland.

Meines Wissens ist dieses Eisen bis jetzt nur in einigen Katalogen erwähnt. (Berlin über 500 Grm., Wien 375,7 Grm., Paris 57 Grm.) Es wurde 1854 von Peremykin am Fluß Niro, einem linken Zufluß der Witim im Kreise Werschne-Udinsk gefunden und für 500 S. Rubel an Hrn. v. Kotschubei in Petersburg verkauft. Es wog ursprünglich über 18^k und ist jetzt zum größeren Theil in den Besitz des Dr. Krantz in Bonn übergegangen, von welchem Sammler Stücke und Modelle erhalten können. Es zeigt sehr deutliche Widm. Figuren. Nach einer Analyse von Federoff in Petersburg stellt dieser die Formel Fe_{10}Ni dafür auf. Beim Lösen bleiben 4 Proc. zurück. Krantz hat weitere Mittheilungen in Aussicht gestellt.

Cholula, Mexiko.

Allerjüngst soll eine meteorische Masse von etwa 500^k (39 Arobas) nach der Hauptstadt Mexiko gebracht worden seyn. Dem Gewicht nach scheint es ein Eisenmeteorit zu seyn. Weitere Nachrichten sind zu erwarten.

Wayne County, Ohio Nordamerika.

Diese Localität wurde zuerst in Europa durch Shepards Katalog bekannt. Dann tauchte sie auch in den Verzeichnissen von Berlin und Göttingen auf, ohne daß etwas weiter darüber bekannt wurde. L. Smith gab endlich eine Notiz darüber. 1858 wurde eine rundliche Metallmasse, die in der Nähe von Wooster, Wayne Co. gefunden worden war, der Münze in Philadelphia als gediegenes Silber angeboten, daselbst aber als Meteoreisen erkannt. Da der Finder demselben einen besonderen Werth beilegte, so ließ er es nicht ab und ist seitdem mit der

Masse verschwunden. Nur ein kleines Stück gelangte in die Hände des Prof. Smith.

Spec. Gewicht 7,901; nur 2 bis 3 Meteoriten erreichen dieses hohe spec. Gewicht oder stehen darüber. Beim Aetzen treten Widm. Figuren auf. Nach Smith's Analyse besteht es aus:

Fe	Ni(Mn)	Co	Cu	P
93,61	6,01	0,73	Sp.	0,13

(Sill. Am. J. (2) T. 38, Nov. 1864, p. 385.)

Smith giebt gleichzeitig noch einige ergänzende Notizen über das Eisen von *Copiapo*. Bei dem innigen Gemisch von Stein- und Eisenmassen ist schwer zu entscheiden, wo es eingereiht werden soll. Mit Königswasser behandelt und schwach erwärmt löst sich der metallische Theil rasch auf, ohne daß die Gestalt des Ganzen geändert wird. Im steinigen Theil konnte Smith kleine aber deutliche Partikelchen von Chromeisen ausscheiden, sowie sphärische Massen von Olivin, in Farbe und Durchsichtigkeit so schön wie der aus dem Pallaseisen, dann auch noch ein augitisches Mineral. Mit einer größeren Menge von Substanz hätten wohl noch andere Mineralien erkannt werden können.

Rokitzan (Br. S. 200).

Eine Eisenmasse von fast 2^K wurde vor einer Reihe von Jahren in der Nähe von *Rokitzan* in Böhmen von einem Bauer in einer gewissen Tiefe des Ackerbodens gefunden und aufbewahrt. Da fand sie Prof. Wiesenfeld von Prag, durch welche sie an Prof. Nickerl kam, von diesem wurde sie an Abt Zeidler abgegeben. Die Späne welche beim Durchsägen abfielen, sollten diejenigen gewesen seyn, die Stolba im Oct. 1862 analysirte (s. a. a. O.). Nun stellt es sich heraus, daß eine Verwechselung stattgefunden haben muß, denn v. Hauer fand bei einer neuen Analyse

SiO ₃	C	CaO	Fe	Sa
1,1	2,4	Spur	96,0	99,5

und dabei keine Spur von Nickel. Spec. Gewicht 6,005 Nickerl, 6,394 Haidinger. Letzterer untersuchte auch

die Structur und bildete sie vortrefflich ab. Danach scheint das Eisen von *Rokitsan* nicht meteorisch zu seyn.

(Haidinger, Wien. Acad. Ber. Bd. 49 1864, Mai 10.)

(Stolba, Lotos. Jahrgang 14, 1864, S. 163.)

Dorf Grofs-Cotta, S. von Pirna.

Ein Stück Eisen von über $\frac{1}{2}$ ^K wurde auf den Feldern gefunden und für meteoritisch gehalten. Eine Analyse hatte ergeben:

Unlöslich	S	Fe	Sa
SiO ₂ + C			
5,924	0,289	74,363	80,576

Fritsche fand außerdem noch Mangan und Kobalt; die Gegenwart von Nickel blieb zweifelhaft. v. Hauer fand

Unlöslich	Verbrennbar	Eisen
3,2	21,4	75,4

Das Verbrennbare ist vorzüglich Kohle, eine Menge, wie sie in keinem Roheisen enthalten ist. Ein frischer Bruch des Eisens ist feinkörnig und tiefschwarz, ganz ähnlich schwarzer Kreide. Eine polirte Fläche giebt gar keine Anhaltspunkte. Durch die starke Magneteisensteinrinde veranlaßt vermuthet Haidinger, »dafs dieses *Cottaeisen* sehr lange in der Erde gelegen und wohl einen eigenthümlichen Vorgang der Veränderung durchgemacht, während dessen Kohlensäure, in Wasser gelöst, das ursprüngliche wohl schon sehr schwarze Roheisen durchdringt, einen Theil auflöst und Kohle zurückläßt, während der aufgelöste sich als Rinde von Magneteisenstein unter der Eisenplatte wieder anlegt.«

(Haidinger, Wien. Acad. Ber. Bd. 49, 1864, Mai 10.)

Kremnitz.

Auf einem Felde bei Kremnitz wurde ein Stückchen Eisen gefunden, dessen Analyse ergab:

Unlöslich	Verbrennbar	Eisen
4,2	15,7	80

Das Verbrennbare besteht vorzüglich aus Kohle, doch wie bei dem vorigen Fundeisen auch aus etwas organischer

Substanz, da sich beim Erhitzen ein wenig brenzlicher Rauch entwickelt. Eine polirte Fläche zeigte Aehnlichkeit mit der von *Rokitsan*.

(Haidinger, Wien. Acad. Ber. Bd. 49, 1864, Mai 10.)

Diese drei Eisen sind demnach für irdische, nicht meteorische Eisen zu nehmen.

IV. Ueber die Bestimmung der Elasticitätsgränze bei Metallen; von Robert Thalén.

(Aus d. *Oefversigt af K. Vetensk. Acad. Förhandl.* 1863, von Hrn. Verf. übersandt.)

§. 1.

Hodgkinson und Morin sind auf Grund ihrer Untersuchungen zu entgegengesetzten Resultaten in Betreff der Bestimmung der Elasticitätsgränze gekommen. Der erstere glaubt gefunden zu haben, daß ein Körper, sobald er irgend eine Verlängerung oder Verkürzung erlitten hat, niemals seine ursprünglichen Dimensionen vollständig wieder annehme. Er folgert daher, daß bei der Streckung der Metalle auch die kleinste Belastung eine bleibende Verlängerung hervorrufe, d. h. die Elasticitätsgränze *erniedrige*. Morin bezweifelt die Triftigkeit dieses Schlusses und glaubt in dem Umstand, daß die von Hodgkinson angewandten 15 Meter langen Stäbe aus kleineren Stücken zusammengesetzt waren, eine genügende Erklärung von der niedrigen Lage der Elasticitätsgränze zu finden. Die beobachteten bleibenden Verlängerungen, meint Morin, brauchen nicht nothwendig von einer wirklichen Verlängerung der Fasern herzurühren, sondern könnten es eher von einer Aenderung der Verbindungsgelenke oder von einer Ausreckung der Stäbe selbst. In dieser Vermuthung sah Morin sich bestärkt durch eigene neue Untersuchung, welche mit Metalldrähten von 24 Meter Länge angestellt wurden; denn dabei zeigte sich, daß die bleibende Verlängerung

erst bei größeren Belastungen eintritt, oder, daß die Elasticitätsgränze eine *hohe* Lage hat¹⁾).

Mag nun auch diese Morin'sche Erklärung von Hodgkinson's niedriger Lage der Elasticitätsgränze zum Theil richtig seyn, so darf man sie doch nicht bis zu dem Schlufs ausdehnen, daß die bei den kleinen Belastungen beobachtete bleibende Verlängerung *ganz* auf diese Weise entstanden sey. Diefs wäre bei einem so erfahrenen Mann wie Hodgkinson allzuviel in Frage gestellt. Es scheint mir auch nicht nöthig, auf Grund der Morin'schen Versuche die Angaben von Hodgkinson ganz und gar zu verwerfen. Denn die Resultate beider Experimentatoren, so widersprechend sie auch zu seyn scheinen, brauchen doch nicht nothwendig einander auszuschließen, sondern können wohl beide richtig seyn.

Um die Möglichkeit davon zu zeigen und zugleich einen Beitrag zu liefern zu der wichtigen Frage über die elastischen Eigenschaften der Körper, wage ich es hier einen Theil der Resultate mitzutheilen, welche ich bei einer ähnlichen Untersuchung mit Eisen oder Stahl erhalten habe. Zunächst muß ich indess, um den Leser in Stand zu setzen, die Zuverlässigkeit meiner Beobachtungen zu beurtheilen, den benutzten Apparat und die befolgte Beobachtungsmethode beschreiben, wobei ich mich jedoch auf das Wichtigste beschränken werde.

§. 2. Beobachtungsmethode.

Die von mir untersuchten Eisen- und Stahlsorten waren aus schwedischen Erzen bereitet, in Form von gewalzten, theils runden, theils vierkantigen Stäben von 6 Fuß Länge und einem halben Zoll im Durchmesser bei den runden, und in Seite bei den vierkantigen.

Die Streckversuche wurden bewerkstelligt mit der von Lagerhjelm i. J. 1828 gebrauchten Fuller'schen Ma-

1) A. Morin, *Résistance des matériaux*. 2^{me} Edit. p. 10 — *Compt. rend. T. 54 p. 235.*

schine¹⁾), in welcher die Stäbe befestigt waren zwischen einer hydraulischen Presse auf der einen Seite und einem ungleicharmigen Winkelhebel auf der andern; letzterer vervielfältigte die auf die Waagschale gelegte Belastung 20 Mal. Zur Messung der Verlängerung der Probestäbe diente ein Paar kleiner, fein graduirter Scalen, die »Indexscale« und und die »Mefsscale«, welche in einem Abstand von 5 schwed. Fufs von einander an dem Stab festgeschraubt waren. Oben auf jeder Scale war ein starkes Mikroskop befestigt an einem grossen Stangenzirkel von Holz, welcher sich mittelst Steuergabeln (*styrgafflar*) mit seinen Enden sicher gegen die genannten Scalen und folglich auch gegen den Probestab stützte, dessen Gewicht aber doch durch zweckmässig angebrachte Gegengewichte grösstentheils aufgehoben war. Es war übrigens die Einrichtung beibehalten, daß der Stangenzirkel beständig gezwungen ward der Indexscale zu folgen, so daß eine geringe Verschiebung von ihm hinreichend war, das Indexmikroskop vollkommen auf den Nullpunkt zu stellen; darauf geschah die eigentliche Messung mittelst der Mikrometerschraube an dem über der Mefsscale befindlichen Mikroskop.

Ein Theilstrich der Mefsscale nahm fast 0,2 Millim. ein, ein Umgang der Mikrometerschraube fast $\frac{1}{4}$ Theilstrich oder 0,05 Millim. Die directe Ablesung am Schraubenkopf ging bis in Hundertel eines Umgangs oder 0,0005 Millim. Man sieht daraus, daß die Genauigkeit des Apparates grösser war als es das Bedürfnis hier erforderte.

Was die Güte der Einstellungen betrifft, so mag erwähnt seyn, daß der Abstand zwischen den beiden paral-

1) Diese Elasticitätsversuche wurden im Sommer 1862 angestellt für Rechnung des Comité's, welches den Auftrag hatte, die Anwendbarkeit des schwedischen Eisens und Stahls für Eisenbahnenmaterial zu ermitteln.

Die Instandsetzung der Fuller'schen Maschine und die wesentlichste Einrichtung der gebrauchten Mefsinstrumente wurde durch die Fürsorge des Mag. C. A. Ångström bewerkstelligt, welcher auch die später von mir fortgesetzten Abreißungsversuche anfang. Die eigentlichen Elasticitätsversuche sind grösstentheils von mir angestellt, ein Theil auch vom Ingenieur K. W. Cronstrand.

lelen Haaren in jedem Mikroskop ungefähr 0,7 eines Schraubenganges oder 0,04 Millim. betrug, wonach also die *Summe* der bei Einstellung beider Mikroskope begangenen Fehler im *Maximo* nicht höher steigen kann als bis 0,02 Millim. oder 0,1 eines Scalentheils. Ungeachtet die Beobachtungen in den gewöhnlichsten Fällen, wo es geschehen konnte, sich auch auf Hundertel eines Scalentheils übereinstimmend erwiesen, so wurden doch in die folgenden Tafeln nur Zehntel der Scalentheile aufgenommen, und zwar aus folgendem Grunde.

Wie weiterhin gezeigt werden soll, wachsen die bleibenden Verlängerungen bedeutend mit den größeren Belastungen, und die Stäbe werden dabei äußerst empfindlich für die spannenden Kräfte. Vorausgesetzt nun, daß bei dem Gebrauch der Fuller'schen Maschine die Spannung des Stabes schon so sehr vergrößert worden, daß er den Winkelhebel mit der daran hängenden Belastung zu heben vermag, so tritt deßungeachtet bei jedem Kolbenschlag der Pumpe der hydraulischen Presse, vereint natürlich mit einer ferneren Hebung des Hebels, eine *neue* Verlängerung des Probestabes ein. Da nun eine solche Verlängerung eintritt, wie *behutsam* auch das Pumpen, d. h. das Strecken geschehen möge, so sieht man ein, daß man dabei im Grunde jede beliebige bleibende Verlängerung erhalten kann. Bei der Uebereinstimmung zwischen den verschiedenen Versuchen wird man jedoch finden, daß die Waage beständig bis zu einem gewissen Abstand über einem an ihr angebrachten leicht beweglichen Zeiger erhöht wurde. Das eben Gesagte zeigt, daß es bei der Frage über große Belastungen nicht von Interesse seyn kann, den Gang der Verlängerungen anders als *ungefähr* aufzusuchen, und eine äußerste Feinheit in der Messung hier ganz und gar scheinbar, also unnöthig seyn würde.

§. 3. Elasticitätsgränze.

Bei der Frage über die Streckung dürfte die theoretisch richtige Definition der Elasticitätsgränze wohl die seyn:

die höchste Belastung für die Flächen-Einheit, welche der untersuchte Stab zu ertragen vermag, ohne daß er, nach Fortnahme der Belastung, die geringste bleibende Verlängerung zeigt. Da es aber an sich klar ist, daß die Bestimmung dieser höchsten Belastung außerordentlich von der Güte der zur Längenmessung angewandten Instrumente abhängt und in demselben Maasse herabgedrückt werden kann, als man die Schärfe und Genauigkeit besagter Meßapparate erhöht, so hat man wohl aus diesem Grunde sich genöthigt gesehen, eine gewisse permanente Verlängerung als der Elasticitätsgränze entsprechend festzusetzen und diese zu 0,00005 der Längen-Einheit anzunehmen ¹⁾.

Gegen diese neue Definition hat man mit Fug eingewandt, daß sie willkürlich sey. Auf der die bleibenden Verlängerungen repräsentirenden Curve ist der Punkt, welcher nach besagter Definition die Elasticitätsgränze bestimmt, nicht im Geringsten von anderen nahe gelegenen Punkten ausgezeichnet; er ermangelt also aller physischen Bedeutung. Allein wenn man auch die Willkürlichkeit bei Aufstellung der Definition außer Acht läßt, und nur die Möglichkeit ins Auge faßt, die so definirte Elasticitätsgränze auf experimentellem Wege zu bestimmen, so zeigen sich in gewissen Fällen ausnehmend große Schwierigkeiten.

In seiner ersten Abhandlung über die Elasticität der Körper sagt Wertheim ²⁾, daß vor Anfang der eigentlichen Beobachtungen eine Ausstreckung des Stabes geschehen müsse; allein die Ausstreckung ist niemals vollständig, setzt er hinzu, sondern man beobachtet stets bei den ersten Belastungen kleine permanente Verlängerungen, welche, wie er dann versichert, von der Ausstreckung herrührt. Er belastete daher den Draht mit einem für die Ausstreckung hinreichend großen Gewicht, welches er nun als Ausgangspunkt für die folgenden Messungen dienen ließ, wobei die jetzige Länge des Drahts als ursprüngliche Länge betrachtet ward.

1) G. Wertheim *Recherches sur l'élasticité. Premier Mémoire* p. 55.

2) *Ib. id.* p. 19.

Diese, vielleicht bei Drähten anwendbare Methode, wird — scheint mir — bei Stäben von größerem Querschnitt unzulässig. Ein gewalzter Stab ist nämlich nie vollkommen gerade, sondern hat beständig eine Menge Biegungen. Will man nun durch Belastung den Stab geradstrecken, so läßt sich das nicht bewerkstelligen, ohne nicht zugleich dem Stabe wirklich eine bleibende Verlängerung zu geben. Man sieht nämlich leicht ein, daß erst wenn der Stab so bedeutend ausgestreckt ist, daß eine permanente Verlängerung entsteht, wobei die Theilchen also eine neue Gleichgewichtslage unter einander annehmen, erst dann ein Rückgang des buchtigen Theils des Stabes zu der alten Form nicht ferner möglich seyn kann. Allein in der beobachteten Verlängerung liegt nun zusammengemengt mit einander sowohl die Geradstreckung der Biegungen als die zur Bewerkstellung dieser Ausstreckung nöthige und wirkliche permanente Verlängerung, ohne daß man sie irgendwie unterscheiden kann. Es wird dann auch unmöglich, die ursprüngliche Länge des Stabes vollkommen genau zu bestimmen, und folglich auch unmöglich die Elasticitätsgränze genau zu finden. Der Fehler in der Bestimmung wird in demselben Maasse größer, als die Belastung zur Geradstreckung des Stabes groß genommen ist; denn, wie ich sogleich zeigen werde, kann man wirklich durch Ausstreckung die Elasticitätsgränze nicht nur über ihren eigentlichen Werth treiben, sondern kurz gesagt, so hoch wie man will.

§. 4. Erhöhung der Elasticitätsgränze durch Streckung.

Die weiterhin angeführten Beobachtungen legen dar, daß eine successive Streckung eines Stabes wirklich die Elasticitätsgränze desselben zu erhöhen vermag. In den Tabellen bezeichnen:

P = die Belastung in schwedischen Pfunden auf die Flächen-Einheit (eine schwedische Quadratdecimallinie).

ΔL = die durch diese Belastung hervorgerufene bleibende Verlängerung (bei einem 5 Fuß langen Stabe), angegeben in Theilen der Meßscale.

Aus der vorstehenden Tabelle und der zugehörigen Fig. 14 Taf. V ersieht man, daß, nachdem die Belastungen allmählich bis 815 Pfund gesteigert waren, die Streckungsversuche wiederum mit kleinen Belastungen begannen; daß dann diese successive bis 930 Pfund erhöht wurden, und man darauf denselben Versuch abermals wiederholte.

Bestimmt man für diese drei Reihen die Elasticitätsgränze nach der oben gegebenen Definition, und nimmt dabei als ursprüngliche Länge an

in der ersten Reihe: $L_0 = 500$ Dec. Lin.

„ „ zweiten „ $= 500 + 41,0$ Scalenth.

„ „ dritten „ $= 500 + 68,6$ „

so erhält man für die Elasticitätsgränze folgende ungefähre Werthe:

$$E_1 = 400$$

$$E_2 = 700$$

$$E_3 = 800.$$

Es könnten noch eine Menge ähnlicher Beispiele angeführt werden, allein die vorstehenden zeigen zur Genüge

»daß durch Streckung der Stäbe wirklich eine Erhöhung der Elasticitätsgränze möglich ist.

§. 5. Ueber die Senkung der Elasticitätsgränze durch Erhitzung.

Durch Erhitzung und darauf folgende Erkaltung kann die Elasticitätsgränze der Metalle recht bedeutend herabgerückt werden. Diefes hat schon Wertheim bei seinen Elasticitätsversuchen gezeigt. Denn als er das eine Mal den gezogenen Draht, wie er war, ohne vorherige Erhitzung untersuchte, und das andere Mal dieselbe Drahtsorte nach der Erhitzung, fand er die Elasticitätsgränze so geändert, daß sie *nach* der Erhitzung war:

beim Eisen $\frac{1}{8}$

„ Gußstahl $\frac{1}{11}$

„ engl. Stahl (Claviersaite) $\frac{1}{3}$

von der *vor* der Erhitzung¹⁾.

Obgleich Wertheim's Versuche das Vermögen der

1) A. a. O. S. 40 und überdies S. 55.

Wärme, die Elasticitätsgränze zu senken, vollkommen erweisen, mag es mir doch erlaubt seyn, aus meinen Versuchen ein Beispiel anzuführen, welches auch dafür ein Zeugniß ablegt.

Ein Stab von hartem Stahl wurde in die Fuller'sche Maschine eingesetzt und darin umgeben von einem dicken Gufseisenrohr (innerer Durchmesser = 2,5 Zoll, Länge = 4 Fuß) in welches drei Thermometer eingelassen waren, um die Temperatur der vom Eisenrohr eingeschlossenen und den Stab umgebenden Luft anzuzeigen. Das Gufseisenrohr, getragen von besonderen Hülsen, war an seinen Enden verschlossen durch Deckel, versehen mit hinreichend weitem Loch, damit sich der Stahlstab frei bewegen könne. Unter dem Gufseisenrohr lief ein Gasrohr entlang, welches als Heizapparat diente. Durch fleißiges Ablesen der Thermometer und darnach abgemessenes Reguliren des Glashahns konnte die Temperatur ziemlich constant gehalten werden. Dafs die von den Thermometern angegebene Mitteltemperatur der Luftmasse wirklich nahe genug der Temperatur des Stabes entsprach, liefs sich daraus schliefsen, dafs der aus den Beobachtungen berechnete Ausdehnungs-Coëfficient des Stahls erhalten wurde

das eine Mal 0,0000106

» andere Mal 0,0000105

welche Zahlen wenig abweichen von der von Lavoisier und Laplace gegebenen.

Die beim Strecken des in Rede stehenden Stahlstabs erhaltenen bleibenden Verlängerungen sind in Tabelle II angegeben. Des Vergleiches halber sind auch die Versuche angeführt, die bei gewöhnlicher Temperatur mit einem andern Stabe von derselben Stahlorte angestellt wurden. Siehe Tabelle III und die zugehörigen Fig. 15 und 16 auf Taf. V.

Tabelle II.				Tabelle III.			
Harter Stahl; $A = 17,19$ Quad. Dec. Lin.				Harter Stahl; $A = 17,25$ Quad. Dec. Lin.			
No.	P	ΔL	Temp.	No.	P	ΔL	Temp.
1	221	0,0	204°	1	220	0,0	16°,3
2	280	0,1		2	278	0,0	
3	338	0,3		3	337	0,0	
4	396	0,5		4	395	0,0	
5	454	0,8	205°	5	453	0,1	16°,8
6	512	1,7		6	511	0,3	
7	571	3,5		7	569	0,8	
8	628	6,3		8	627	2,4	17°,5
9	687	13,0		9	685	19,1	
10	803	34,5		10	743	37,0	
11	920	62,0		11	801	53,6	
				12	859	73,4	

Nach vorstehenden Tabellen wird

$$E = 360, \text{ wenn } t = 200^\circ$$

aber

$$E = 520, \text{ wenn } t = 17^\circ$$

Auf Grund sowohl der Wertheim'schen als der oben genannten Versuche kann folglich als Regel aufgestellt werden,

„dass die Elasticitätsgränze eines Metalls durch Erhitzung gesenkt werden kann¹⁾).

§. 6. Erklärung der Widersprüche zwischen Hodgkinson's und Morin's Resultaten.

Mit Hülfe der beiden eben angeführten Sätze, dass die Elasticitätsgränze durch Streckung erhöht, und durch Erhitzung gesenkt werden kann dürfte sich leicht erklären, weshalb Morin's Resultate so wesentlich von denen Hodgkinson's abweichen, wenn man dabei erwägt, dass der Erstere mit *Drähten* von 2,5 bis 0,2 Millm. Durchmesser, der Letztere aber mit *Stäben* arbeitete.

- 1) Die Wahrheit dieses Satzes erhellt natürlicherweise schon aus der bekannten Thatsache, dass die Metalle sich im warmen Zustand besser als im kalten schmieden lassen, auch leichter zu bearbeiten sind, nachdem sie einmal geglüht wurden.

Man sieht leicht ein, daß wenn der Draht durch den Drahtzug geht, er sich bedeutend strecken, und die Elasticitätsgränze hoch zu liegen kommen muß. Wäre der Draht mehrmals durch den Drahtzug gegangen, so müßte sich die Elasticitätsgränze leicht mit Genauigkeit bestimmen lassen. Um diese Behauptung ferner zu beleuchten, werde ich in dem Folgenden den Fall näher betrachten, wo die Streckung mit *derselben* Belastung mehrmals hinter einander stattfand.

Ob die von Hodgkinson angewandten Stäbe gewalzt oder geschmiedet waren, ist nicht anzugeben. Aber unzweifelhaft konnte weder das Walzen noch das Schmieden bei diesen Stäben eine solche Streckung hervorrufen, daß sie mit der beim Drahtziehen stattfindenden verglichen werden könnte. Eine baldige Erreichung der Elasticitätsgränze ist hier also ganz natürlich. Wie schon bemerkt, dürfte es daher nicht nöthig seyn, mit Morin die von Hodgkinson beobachteten permanenten Verlängerungen ganz bestreiten zu wollen.

Weit entfernt, den Ansichten des Einen als richtig ausschließlichs zu huldigen, und die des Anderen ganz und gar zu verwerfen, dürfte anzunehmen seyn, daß sowohl Morin als Hodgkinson gegründetes Recht für ihre Ansichten haben, der Erstere in Bezug auf die *hohe Lage der Elasticitätsgränze bei Drähten*, der Letztere in Bezug auf die *niedrige Lage derselben bei Stäben*. Die Verschiedenheit der Resultate, muß man folglich annehmen, beruht hauptsächlich auf der ungleichen Behandlung, welche das Material der beiden Beobachter zuvor erlitten hatte.

§. 7. Ueber die bleibenden Verlängerungen bei wiederholter Streckung mit *derselben* Belastung.

In dem Vorstehenden ist gezeigt, daß die bleibenden Verlängerungen unaufhörlich zunehmen mit wachsenden Belastungen. Allein auch wenn die Belastung mehrmals hintereinander dieselbe bleibt, erhält man jedesmal eine vergrößerte permanente Verlängerung. Das Gesetz für das Verhalten zwischen diesen Verlängerungen ist sicherlich

abhängig von der Lage des Punktes der Curve, bei dem der Versuch angestellt wird, aber dafs ungeachtet dürften folgende Zahlen, welche Mittelwerthe aus einer Menge solcher beobachteter Fälle sind, das in Rede stehende Phänomen anschaulich machen. Vergleicht man die nachfolgenden Zunahmen der Verlängerung mit der, welche der Stab erlitt, als er das erste Mal mit der gegebenen Belastung gestreckt ward, so erhält man folgende Werthe.

Tabelle IV.

No. 1	Bleibende Verlängerung	1,00
2	„	0,55
3	„	0,37
4	„	0,28
5	„	0,25
6	„	0,18

In der hierzu gehörigen Fig. 17 Taf. V repräsentiren die Ordinaten die Ordnungszahlen (1, 2, . . 6) der Streckungen und die Abscissen die entsprechenden *gesammten* bleibenden Verlängerungen, also 1,00, 1,55, 1,92 usw.

Gewifs wird die *neue* bleibende Verlängerung, welche hier jedesmal erhalten wird, immer geringer und geringer, und folglich sollte man vermuthen, dafs sich nach einer grofsen Anzahl von Belastungen keine neue permanente Verlängerung zeigen würde. Allein wenn man auch eine solche *Gränze* erreichen könnte, ist es doch allzu glaublich, dafs nach Verlauf einer längeren Zeit abermals eine neue bleibende Verlängerung entsteht, ungeachtet die Belastung nicht vermehrt wird. Im Allgemeinen kann man nämlich bemerken, dafs die *Zeit* bei dieser Art von Erscheinungen, wie schon Wertheim zeigte¹⁾, einen wichtigen Einflufs ausübt, welchen Hodgkinson sogar quantitativ zu bestimmen suchte. Bei meinen Versuchen habe ich diesen Einflufs der Zeit unaufhörlich wahrgenommen, obwohl der Apparat wegen Undichtheit der hydraulischen Presse, keine Messung desselben zuliefs²⁾.

Nimmt man die Belastung *kleiner* als die, welche der

1) Wertheim, a. a. O. S. 55.

2) Morin, *Résistance des matériaux* p. 8 et 9.

Stab schon ertrug, so zeigt sich keine bleibende Verlängerung eher als bis die Belastung ihrer Gröfse nach sich der grössten nähert, welche schon stattgefunden hat. Wenn die letztgenannte Belastung überschritten wird, kommen Anwüchse in den permanenten Verlängerungen und wachsen in demselben Maafse schneller als der Stab zuvor hinreichend gestreckt worden ist (Siehe Tabelle I und Fig. 14 Taf. V).

Wendet man dieses auf einen Metalldraht an, welcher beim Ziehen bedeutend gestreckt worden ist, so müssen nach dem oben Angeführten die permanenten Verlängerungen anfangs bei kleinen Belastungen sehr wenig merkbar seyn, wie auch Morin gefunden hat. Wenn aber die Gröfse der Belastung sich derjenigen nähert, welche beim Drahtziehen stattfand, so müssen permanente Verlängerungen auftreten, die bei noch gröfseren Belastungen recht deutlich werden. Es ist also leicht einzusehen, dafs die Elasticitätsgränze bei Drähten scharf bestimmbar seyn mufs.

Mögen nun die Belastungen mehrmals hintereinander *ebenso grofs oder geringer* als die vom Stabe schon ertragenen genommen seyn, und sie werden alsdann allmählich vergrößert, so zeigt sich eine eigenthümliche Erscheinung, welche eine nähere Aufmerksamkeit verdient. Sie wird veranschaulicht durch Fig. 18 Taf. V, zu welcher die untenstehende Tabelle gehört, und durch Fig. 14 nebst Tabelle I.

Tabelle V.

Harter Stahl

 $A = 17,13$

No.	P	ΔL	No.	P	ΔL	No.	P	ΔL
1	280	0,0	11	689	0,5	21	980	34,0
2	339	0,0	12	719	0,8	22	"	34,7
3	397	0,0	13	748	1,2	23	"	35,2
4	456	0,0	14	777	1,7	24	"	35,7
5	514	0,1	15	806	2,5	25	"	36,0
6	543	0,1	16	835	4,6	26	"	36,4
7	573	0,1	17	865	8,3	27	"	36,6
8	602	0,2	18	923	18,1	28	"	36,9
9	631	0,3	19	980	30,7	29	1010	44,3
01	660	0,4	20	"	32,9	30	1098	59,5
						31	1156	76,9

Dieser Tabelle zufolge hatten aufeinanderfolgend 10 Streckungen mit 980 Pfund stattgefunden. Die Belastung wurde nun bis 1040 Pfund und darüber vergrößert. Die Curve für die permanenten Verlängerungen (Fig. 18 Taf. V) schlägt nun dieselbe Richtung ein, welche sie vor der Anwendung der gleichgroßen Belastungen mit 980 Pfund hatte. Ganz dieselbe Erscheinung zeigt Fig. 14 bei den Belastungen 850 und 966 Pfund. Ehe die Curve ihre alte Richtung wieder annimmt, scheint der Stab gleichsam an den permanenten Verlängerungen gerade ebensoviel zu sparen, als er sich zuvor in Vorschufs gestreckt hatte. Eine Vergrößerung von 50 Pfund auf die Quad. Dec. Lin. in der Belastung, gleich nach den wiederholten Streckungsversuchen mit gleich großen oder geringeren, brachte folglich nicht dieselbe Verlängerung hervor wie sonst. Man sieht hieraus, daß die Form der Curve endlich vollkommen unabhängig wird von der Weise, auf welche der Stab behandelt worden ist.

Eine solche Eigenschaft der Curve für die permanenten Verlängerungen, nämlich ihre Unabhängigkeit von der Behandlung des Stabes bei den Streckungsversuchen, ist besonderer Aufmerksamkeit werth, weil sie uns möglicherweise berechtigt, die Curve selbst entweder ganz oder theilweis, als Repräsentant der Beschaffenheit des Materials anzusehen.

§. 8. Ueber die Curve für permanente Verlängerungen.

Als Typus der Curven, welche die bleibenden Verlängerungen des Eisens und der weicheren Stahlarten repräsentiren, kann die nach der folgenden Tabelle entworfene Fig. 19 Taf. V schicklich angesehen werden.

Tabelle VI.

Stahl $A = 17,41$

No.	P	ΔL	No.	P	ΔL	No.	P	ΔL
1	237	0,0	4	306	0,0	7	375	0,3
2	260	0,0	5	329	0,0	8	398	0,5
3	283	0,0	6	352	0,1	9	409	0,7

Stahl

 $A = 17,41$

No.	P	ΔL	No.	P	ΔL	No.	P	ΔL
10	421	0,7	20	536	2,0	30	685	81,4
11	432	0,8	21	547	2,3	31	708	91,4
12	444	0,9	22	559	3,2	32	731	102,2
13	455	1,0	23	570	4,8	33	754	111,8
14	467	1,1	24	582	8,8	34	766	120,0
15	478	1,2	25	593	18,1	35	789	132,6
16	490	1,3	26	605	45,3	36	812	147,0
17	501	1,4	27	616	53,4	37	835	161,6
18	513	1,6	28	639	63,3	38	858	180,6
19	524	1,8	29	662	72,3			

Die Curve nimmt erst eine aufsteigende Richtung, wobei die permanenten Verlängerungen im Allgemeinen klein sind, geht dann durch den Punkt, bei welchem die Krümmung ihr Maximum erreicht und wird hierauf nahe genug horizontal. An diesem letzten Theil der Curve zeigt sich der Stab am empfindlichsten für Belastungen. Die zuvor ziemlich stabile Gleichgewichtslage der Theilchen scheint nun ganz und gar verschoben zu seyn. Wenn der Stab sich soweit verlängert, daß die Curve convex gegen die Abscissenaxe wird, zeigen sich die neuen Gleichgewichtslagen sicher stabiler als sie eben waren, aber die kleinste Vergrößerung der Belastung, ja sogar dieselbe Belastung kann die gegenseitige Lage der Theilchen aufs Neue stören und folglich bleibende Verlängerungen hervorrufen. Die Curve, welche soeben convex war, wird abermals concav, strebt immer mehr und mehr dahin, noch einmal horizontal zu werden, und deutet damit an, daß die bleibenden Verlängerungen hier immer mehr und mehr wachsen, bis der Bruch erfolgt.

Zu dieser in allgemeinen Zügen ausgeführten Zeichnung des Verlaufs beim Strecken dürfte noch hinzuzufügen seyn, daß wenn man, nachdem der Stab zerrissen ist, den Streckungsversuch mit den Stücken fortsetzt, die Curve in alter Richtung fortgeht, sobald nämlich nicht Schelfern im Stabe den Rifs veranlaßten¹⁾. War die Curve beim er-

1) Aus der Unregelmäßigkeit in der Gestalt der Curve beim Reißen kann

sten Abreißen schon so gut wie horizontal, so kann die neue Belastung nicht sonderlich größer als die eben beobachtete werden, aber die permanente Verlängerung kann natürlicherweise desto mehr wachsen. Es hat sich nämlich gezeigt, daß wenn ein Stab zweimal hintereinander abgerissen ist und zwar beide Male mit *derselben* Belastung, der *Zuwachs* in der bleibenden Verlängerung dabei beim härtesten Stahl bis 1,5 Dec. Lin. pro schwed. Fufs, und bei weichem Stahl bis 6 Dec. Lin. gehen kann. Hieraus erhellt, wie unpassend es ist, ausschließlich auf die Verlängerung beim Rifs so großes Gewicht zu legen, wie in der Praxis oft geschieht.

Ist es ein Draht, mit welchem der Streckungsversuch geschieht, und ist dieser Draht beim Ziehen bedeutend gestreckt worden, so muß, wie schon gesagt, die Elasticitätsgränze hoch liegen, ebenso wie der Punkt der Maximumkrümmung; oft wird man denn auch finden, daß die Curve sich hernach ganz schnell in horizontaler Richtung biegt, und unmittelbar darauf das Abreißen erfolgt¹⁾.

Mehre Erze zeigen einige Verschiedenheit rücksichtlich der Form der Curve, welche überdies auch von dem Härtegrad (Kohlegehalt?) abhängt. Während das Eisen und der weichere Stahl aus allen Erzen am Punkte der größten Krümmung eine starke Curvatur und einen darauf sehr merkbar convexen Theil besitzen, wird bei den härtesten Stahlsorten aus gewissen Erzen die Krümmung bedeutend geringer und der convexe Theil fehlt ganz und gar. Bei ihnen hat folglich die Curve eine mehr aufsteigende Richtung als bei den übrigen Sorten. Siehe z. B. Fig. 14 und 18 Taf. V. Im Allgemeinen, kann man sagen, wird der Krümmungsradius desto *geringer* je weicher das Material ist; er ist folglich am *kleinsten* beim Eisen.

man sogleich ersehen, ob dasselbe wegen mangelnder Homogenität des Stabes zu zeitig erfolgte.

1) Siehe Wertheim's Versuche mit Draht von Gußstahl — *acier fondu étiré* — A. a. O. S. 41.

§. 9. Ueber den Punkt des Maximums der Krümmung.

Es ist wohl überflüssig zu sagen, daß die Beschaffenheit eines Materials nicht allein nach der Lage der beiden Curvenpunkte, welche die Elasticitätsgränze und den Riss bezeichnen, beurtheilt werden darf, sondern daß die Curve in ihrer Gesamtheit betrachtet werden muß. Da aber die Form der Curve recht complicirt ist und die Gleichung derselben sich wahrscheinlich nicht ohne große Mühe bestimmen läßt, so bleibt nur die Möglichkeit, sie in jedem Fall graphisch wiederzugeben.

Sollte man indeß bei vergleichenden Versuchen dieser Art, zur Ermittlung der größeren oder geringeren Anwendbarkeit verschiedener Erze zu einem gegebenen Zweck, einen besonderen Punkt der Curve als Vergleichungspunkt wählen wollen, so stehe ich nicht an, gerade den, bei welchem die größte Krümmung stattfindet, vorzuschlagen. Bei meinen Versuchen mit gewalzten Stäben haben die von derselben Sorte gerade in Bezug auf die Lage dieses Punktes eine besondere Uebereinstimmung gezeigt, was man dagegen von der Elasticitätsgränze bei weitem nicht sagen kann.

Die Lage der größten Krümmung practisch aus der Figur zu bestimmen ist äußerst leicht, umsomehr als die Curve die merkwürdige Eigenschaft zeigt, daß sie in der Nähe und auf beiden Seiten des besagten Punktes symmetrisch ist. Auf der Axe, rings um welche die Symmetrie stattfindet, liegt der kleinste Krümmungsradius.

Vor der sogenannten Elasticitätsgränze besitzt der in Rede stehende Punkt überdiß den Vorzug, daß er von der Curve selbst gleichsam angezeigt wird, er also, man kann sagen, eine wirkliche physische Bedeutung hat, was mit dem Punkt der Elasticitätsgränze ja nicht der Fall ist. Aus dem Vorhergehenden ersieht man, daß gerade nach dem Durchgang durch den Punkt der größten Krümmung die permanenten Verlängerungen von eigentlicher Bedeutung werden, und man kann hinzusetzen, diese Verlängerungen sind hier so bedeutend, daß sie sich, wenigstens bei Stäben von 5 Fuß Länge, mit größter Leichtigkeit mit

unbewaffnetem Auge beobachten lassen, woraus erhellt, daß man zur Zeit, da das Phänomen der permanenten Verlängerungen zwar bekannt war, die Meßinstrumente aber noch einen geringen Grad von Schärfe besaßen, gerade den in Rede stehenden Punkt, bei welchem die Krümmung ihr Maximum erreicht, als den Punkt, wo die permanenten Verlängerungen *anfangen*, d. h. als Elasticitätsgränze, auszeichnen mußte.

Aus der wichtigen Bedeutung, welche ich dem Punkt des Krümmungsmaximums beizulegen suchte und aus dem Vorzug, welchen ich ihm vor der Elasticitätsgränze geben wollte, möge man jedoch nicht den Schluß ziehen, daß ich glaube, dieser Punkt sey frei von allen Fehlern, welche der Elasticitätsgränze anhaften. Oben ist gezeigt worden, daß die Elasticitätsgränze verschiebbar ist; daß es auch der Punkt des Krümmungsmaximums ist, erhellt z. B. Fig. 14 Taf. V. Als ein *absolutes* Maafs für die Beschaffenheit des Materials kann er deshalb nicht füglich angesehen werden, wohl aber als ein gutes *relatives*, vorausgesetzt indess daß die untersuchten Stäbe identisch dieselbe Behandlung erlitten.

§. 10. Ueber das Verhältniß zwischen den Belastungen beim Krümmungsmaximum und beim Rifs.

Endlich mag hier noch ein wegen seiner Einfachheit merkwürdiges Verhältniß angeführt seyn, welches sich zwischen den Belastungen beim Punkt des Krümmungsmaximums und beim Rifs stattfindet: vielleicht, daß die Kenntniß desselben für die Praxis von einigem Nutzen ist.

Bezeichnet M die Belastung beim Krümmungsmaximum, B „ „ „ „ Rifs, n die Anzahl der untersuchten Stäbe, so erhält man die in folgender Tabelle zusammengestellten Werthe von $\frac{B}{M}$.

Tabelle VII.

Erzsorten	Eisen		Weicher Stahl		Mittelharter Stahl		Harter Stahl	
	$\frac{B}{M}$	n	$\frac{B}{M}$	n	$\frac{B}{M}$	n	$\frac{B}{M}$	n
a	1,65	3	2,02	2	2,03	3	2,02	2
b	1,54	2	1,88	2	2,10	3	1)	
c	1,63	3	1,90	3	2,12	3	2,07	2
d	1,54	3	2,09	3	2,00	2	2,03	3
e	1,59	4	1,81	2	2,01	3	2,05	3
f	1,60	2	2,00	3	1,90	1	2,00	2
Mittel	1,59		1,96		2,07		2,04	

Hält man sich an den Mittelwerth für die verschiedenen Erzarten, bezeichnet mit 10 die Belastung des Eisens beim Krümmungsmaximum und drückt in damit proportionalen Zahlen die Belastungen beim Krümmungsmaximum und beim Rifs für die verschiedenen Stahlsorten aus, so erhält man folgende Werthe.

Tabelle VIII.

Stab von	M	B
Eisen	10	16
weichem Stahl	12	24
Mittelhartem Stahl	13	26
Hartem Stahl	14	28

Auf Grund der vorstehenden Mittelwerthe kann daher als *practische Regel* aufgestellt werden:

»Ein gewalzter Stab (aus schwedischen Erzen), dessen Curve bei einer Belastung $= M$ schwed. Pfunde auf die Quad. Dec. Lin. ihre größte Krümmung besitzt, reißt, wenn diese Belastung auf die Flächen-Einheit vergrößert wird um 60 Proc. beim Eisen, und wenn sie *verdoppelt* wird beim Stahl.«

Noch geschickter zum practischen Behuf wird diese Regel (vorausgesetzt, dafs es sich nur um ungefähre Bestim-

- 1) Der härteste Stahl von der Sorte b ist von der Tabelle ausgeschlossen worden, weil er sowohl in dieser, als in mancher anderen Hinsicht bedeutend von den übrigen Stahlsorten abwich.

mungen handele), wenn man sich erinnert, daß der Glühspan, mit welchem jeder gewalzte Stab bekleidet ist, gerade abfällt bei der Belastung, welche der Stab in der Nähe seines Durchgangs durch den Punkt des Krümmungsmaximums erträgt. Achtet man also darauf, bei welcher Belastung ein reichliches Abfallen des Glühspans erfolgt, so weiß man, daß diese Belastung multiplicirt werden muß beim Eisen mit 1,6 und beim Stahl mit 2,0, um die Belastung zu erhalten, bei welcher der Stab reißen wird. Eine directe Messung der bleibenden Verlängerungen ist also in solchem Falle nicht nöthig.

Dieae practische Regel gilt für die Eisen- und Stahlsorten der gewöhnlichsten schwedischen Erze, und ich habe Grund zu der Vermuthung, daß sie auch wenigstens auf gewisse Sorten des englischen Eisens ausgedehnt werden kann.

V. Ueber die Spectra einiger chemischen Elemente; von William Huggins.

(Schluß von S. 295.)

Note zu den Tafeln.

Bei abermaliger Durchsicht der Tafeln finde ich, daß Linien von zwei oder mehrn Metallen häufig mit denselben Zahlen bezeichnet sind. Wahrscheinlich fallen diese Linien nicht zusammen, sondern kommen nur einander nahe innerhalb der Gränzen einer Einheit der angewandten Scale. Ich wählte daher aus diesen mit gemeinschaftlichen Zahlen bezeichneten Liniengruppen etwa funfzig aus und verglich die Linien jeder Gruppe unter einander durch gleichzeitige Beobachtung der verschiedenen Metalle, zu welchen sie gehören. Einige dieser Linien ergaben sich als zu schwach und schlecht begränzt, um eine genauere Bestimmung ihrer Lage gegeneinander zuzulassen.

Die folgenden Linien scheinen für mein Instrument
coincident zu seyn:

Zn, As 909 Na, Ba 1005 O, As 1737
Na, Pb 1000 Te, N 1366 Cr, N 2336

Bei einer viel größeren Zahl von Gruppen ergaben sich
die Linien bei sorgfältiger Prüfung als verschieden in Lage
um sehr kleine Gröfsen, meistens entsprechend Bruchthei-
len der zu den Tafeln angewandten Maafs-Einheit. Diese
sind:

Sn 459 Te 657 Co 937 Tl 1505
Sb 458,8 Cd 656 Sb 937,5 Mn 1505,5

Ca 515 Te 696,2 Au 981 Pd 1548
Au 516 Zn 696 Sb 981,5 Fe 1548,2

Te 545,5 Sb 765 Ca 1031 Pb 1593,3
Sb 545 Te 765,3 Pd 1031,5 Fe 1593

Ag 1031,2
Sn 581 Na 818,3 Pb 1031,1 Zn 1797
Bi 581,5 Ca 818 Te 1030,3 Pd 1798

Ba 621,5 Bi 837,3 Sb 1081 Tl 1851
Bi 621 Sb 837 Au 1081,5 Bi 1851,3

Ca 622 Cd 889 Ca 1256 Sb 1900
Fe 623 Sb 889,5 Co 1257 Pb 1900,3
N 1900

Au 643 As 908,8 Fe 1276
Ca 642 Mn 909 Ag 1276,3
Fe 641,5

Ca 921,2 Fe 1438
Ca 649 Tl 921 Te 1438,3
Sn 648 Co 921
Sb 921,1 Te 1485
Fe 1485,3

(Hier folgen Tabelle I, II, III und IV.)

nt

er

er

ch

ge

ei-

ese

is

b

5

if

2

2

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

Sonne	Luft	Na	K	Ca	Ba	Sr	Mn	Tl	Ag	
E { 1599 1600				1605 ³ s	.	1617 ³ s	1617 ⁵ s	.	.	165
				1609 ⁵ s	.	1638 ³ s	.	.	.	
				1612 ^{1.5} s	.	1651 ^{1.5} s	.	.	.	
	O 1678 ⁵	.	.	.	.	1656 ^{1.5} s	.	.	1675 ⁵ n	
	O 1699 ⁵	.	.	.	.	1659 ^{1.5} s	.	.	.	
	N 1713 ^h	.	.	1702 ¹ s	.	1665 ¹ s	.	.	.	
	N 1718 ^h*)	.	.	.	.	1745 ¹ s	.	.	.	
	N 1721 ^h	.	.	.	.	.	.	1747 ⁴ n	.	
	O 1737 ³	.	.	.	.	.	.	.	.	177
		1746 ¹ n	.	.	.	.	.	.	.
		1753 ⁵ n	.	.	.	.	.	.	.
						1817 ⁵	.	1851 ⁴ n	.	
	N 1860 ⁵	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 1900 ³	.	.	1907 ⁷ s	.	.	.	1885 ¹ s	.	190
	N 1929 ⁷	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 1941 ⁵	.	.	1935 ³ s	.	.	.	.	.
	N 1951 ⁵	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 1956 ⁵	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 1960,5 ¹⁰	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 1967 ¹⁰	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 1978 ⁵	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 1990 ³	.	.	.	.	.	.	.	.
		1991 ^h	.	.	.	.	.	1999 ³ h	.	
	O 2043 ⁵	.	.	.	.	2021 ¹ s	.	.	.	
	O 2060 ⁷	.	.	.	.	2029 ³ s	.	.	.	
	N 2079 ⁵	.	.	.	.	2060 ^h	.	2146 ² s	.	
	O 2089 ⁵	.	.	.	2075 ⁵ n	2145 ¹ s	.	.	.	
	O 2119 ⁵	.	.	.	.	2176 ^{1.5} s	.	.	.	
	N 2140 ⁵	.	.	.	2133 ⁴ n	.	.	.	.
	O 2145 ⁵	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 2168 ⁵	.	.	.	.	.	.	.	.
				2172 ⁷ s	.	2180 ^{1.5} s	.	.	.	
	O 2181 ⁵	.	.	.	.	2185 ¹ s	.	.	.	
	N 2192 ³	.	.	.	.	.	.	.	.	219
F 2200										
Sonne	Luft	Na	K	Ca	Ba	Sr	Mn	Tl	Ag	

*) Wenn der Inductionsfunke in Sauerstoff überspringt, sieht man eine schwache Linie nahe in
seyn, um deutlich im Luftspectrum gesehen zu werden, in welchem sie dicht neben helleren

Tafel III. Von *E* nach *F*.

Ag	Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co	A
			1603 ^s						1602 ^s	
			1608 ^s						1604 ^s	
	1658 ^s <i>n</i>		1613 ^s		1636 ^s <i>h</i>				1617 ^s	1648
1675 ^s <i>n</i>		1657 ^s <i>n</i>	1621 ^s			1647 ^s <i>s</i>			1619 ^s	
			1632 ^s		1661 ^s <i>s</i>			1662 ^s <i>h</i>	1622 ^s	
			1645 ^s				1675 ^s <i>n</i>		1626 ^s	
			1653 ^s				1685 ^s <i>n</i>		1642 ^s	
			1662 ^s <i>s,d</i>		1715 ^s <i>h</i>				1650 ^s	
			1691 ^s	1747 ^s <i>s</i>			1759 ^s <i>n</i>		1670 ^s	1737
	1773 ^s <i>n</i>		1696 ^s		1765 ^s <i>h</i>			1777 ^s <i>h</i>	1685 ^s	
			1698 ^s				1787 ^s <i>n</i>		1699 ^s	
			1713 ^s						1707 ^s	
			1728 ^s		1803 ^s <i>h</i>				1743 ^s	
			1731 ^s				1834 ^s <i>n</i>		1756 ^s	
			1753 ^s	1843 ^s <i>s</i>					1781	
			1767 ^s		1849 ^s <i>s</i>		1851,3 ^s <i>n</i>		1813	1814
		1821 ^s <i>n</i>	1775 ^s			1869 ^s <i>s</i>				
			1821						1857 ^s <i>h</i>	
	1909 ^s <i>n</i>				1900 ^s <i>h</i>				1876 ^s	
					1919 ^s <i>h</i>				1887 ^s	
			1940,5 ^s						1925 ^s	
							1979 ^s <i>h</i>			
							2015 ^s <i>h</i>		2021 ^s	1993
			2036 ^s <i>s</i>					2033 ^s <i>h</i>		
					2051 ^s <i>n</i>					
			2092 ^s							
			2098 ^s <i>s,d</i>				2105 ^s <i>n</i>	2101 ^s <i>h</i>		
							2119 ^s <i>n</i>			
			2147 ^s							2153
					2171 ^s <i>n</i>					
									2186 ^s	
	2191 ^s <i>h</i>									
Ag	Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co	A

Die Linie nahe in der Lage der Stickstofflinie 1718. Da die Sauerstofflinien, wenn der Funke in Luft überspringt, neben helleren Stickstofflinien liegt.

Tafel III. Von *E* nach *F*.

Sr	Mn	Tl	Ag	Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co
1617 ³ s	1617 ³ s	.	.	.	.	1603 ⁵ s	.	.	.	.	.	1602 ³ s
1638 ³ s	.	.	.	1658 ³ n	.	1608 ⁵ s	.	.	.	.	.	1604 ³ s
1651 ¹⁻⁵ s	1657 ³ n	1613 ³ s	.	1636 ³ h	.	.	.	1617 ⁵ s
1656 ¹⁻⁵ s	.	.	1675 ⁵ n	.	.	1621 ³ s	.	.	1647 ⁵ s	.	1662 ³ h	1619 ³ s
1659 ¹⁻⁵ s	1632 ³ s	.	1661 ¹ s	.	.	.	1622 ⁵ s
1665 ¹ s	1645 ¹ s	.	.	.	1675 ¹⁰ n	.	1626 ³ s
1745 ¹ s	1653 ¹ s	.	.	.	1685 ¹ n	.	1642 ⁵ s
.	.	1747 ⁴ n	.	.	.	1662 ⁵ s, d	.	1715 ³ h	.	.	.	1650 ⁵ s
.	1691 ³ s	1747 ¹ s	.	.	1759 ⁷ n	.	1670 ¹⁻⁵ s
.	.	.	.	1773 ¹ n	.	1696 ³ s	.	1765 ³ h	.	.	1777 ³ h	1685 ⁵ s
.	1698 ⁵ s	.	.	.	1787 ⁶ n	.	1699 ⁵ s
.	1713 ⁷ s	.	.	.	.	.	1707 ⁵ s
.	1728 ¹ s	.	1803 ³ h	.	.	.	1743 ⁵ s
.	1731 ⁵ s	.	.	.	1834 ¹ n	.	1756 ⁵ s
1817 ⁵	.	1851 ⁴ n	.	.	.	1753 ³ s	1843 ¹⁰ s	.	.	.	.	1781 n
.	1821 ³ n	1767 ⁷ s	.	1849 ¹ s	.	1851,3 ⁵ n	.	1813 h
.	1775 ⁵ s	.	.	1869 ⁵ s	.	.	1857 ⁵ h
.	.	1885 ¹ s	.	1909 ⁵ n	.	1821 h	.	.	.	.	.	1876 ⁵ s
.	1900 ³ h	.	.	.	1887 ⁵ s
.	1919 ³ h	.	.	.	1925 ⁵ s
.	1940,5 ¹ s	.	.	.	.	.	.
.	1979 ¹ h	.	.
.	.	1999 ³ h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2021 ¹ s	2036 ¹⁻⁵ s	.	.	.	2015 ¹ h	.	2021 ³ s
2029 ³ s	2033 ¹ h	.
2060 h	.	2146 ³ s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2145 ¹ s	2051 ³ n	.	.	.	.
2176 ¹⁻⁵ s	2092 ¹ s	.	.	.	.	2101 ⁵ h	.
.	2098 ⁷ s, d	.	.	.	2105 ⁵ n	.	.
.	2119 ¹ n	.	.
.	2147 ¹ s	.	.	.	.	.	.
2180 ¹⁻⁵ s	2171 ³ n	.	.	.	2186 ³ s
2185 ¹ s	.	.	.	2191 ¹ h	.	.	.	.	.	.	.	.
.
Sr	Mn	Tl	Ag	Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co

pringt, sieht man eine schwache Linie nahe in der Lage der Stickstofflinie 1718. Da die Sauerstofflinien, wenn der Funke in Luft überspringt, in welchem sie dicht neben helleren Stickstofflinien liegt.

	Co	As	Pb	Zn	Cr	Os	Pd	Pt
	1602 ³ s	.	.	.	1605,5 ¹ s			
	1604 ³ s	.	.	.	1607 ¹ s		1617 ³ s	
	1617 ³ s	1648 ⁴ n	.	.	1619 ³ s		1622 ³ s	
	1619 ³ s	.	.	1626 ¹ n	1626 ³ s		1642 ¹⁻⁵ s	1653 ¹ s
h	1622 ³ s	.	.	.	1640 ³ s		1674 ⁷ s	
	1626 ³ s	.	.	1645 ³ n	.	1683 ³ s		
	1642 ³ s	.	1685 ¹ s	.	1657 ⁷ s			
	1650 ³ s	.	.	.	1677 ⁴ s			
	1670 ¹⁻⁵ s	1737 ¹ n	1698 ¹ n	.	1680 ³ s			1689 ³ s
h	1685 ³ s	.	.	.	1681,5 ³ s			
	1699 ³ s	.	.	1743 ³ n	.		1735 ³ s	
	1707 ³ s	.	1735 ³ n	.	1749 ³ n			
	1743 ³ s	.	.	1790 ³ n	.		1798 ¹⁻³ s	
	1756 ³ s	.	.	1797 ³ n	.			
	1781 n	.	.	.	.
	1813 h	1814 ⁴ n	.	.	1815 ⁷ n		1807 ¹ s	
	.	.	.	1845 ³ n	.			
	1857 ³ h	.	.	1859 ¹ n	.	1859 ³ s		
	1876 ³ s	.	1900,3 ² n	1893 ³ n	.		1873 ³ s	1879 ¹ s
	1887 ³ s	.	.	.	.
	1925 ³ s	.	.	.	.
	.	1993 ³ n	.	.	.			
h	2021 ³ s	.	.	2016 ³ n	.			
	.	.	.	2091 ³ n	2097 ¹ s			
h	.	.	.	2110 ³ n	.			
	.	2153 ¹ n	.	.	2156 ¹ s		2175 ¹⁻³ s	
	.	.	.	.	2175 ⁷ s			
2186 ³ s	.	.	.	.	2181 ³ s			
.	.	.	.	2191 ³ n	2198 ³ s			
	Co	As	Pb	Zn	Cr	Os	Pd	Pt

re in Luft überspringt, eine geringere Intensität besitzen, so würde diese Linie zu schwach

Sonne	Luft	Na	K	Ca	Ba	Sr	Mn	Tl	Ag	Te
F 2200	N 2205 ⁵	.	.	.	.	2213 ¹	s	.	.	.
	O 2213 ³	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 2221 ³	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 2305 ³	.	.	.	.	2254 ^{1.5}	s	2267 ⁶	.	2245 ¹ h
	N 2336 ¹	.	.	.	.	2291 ^{1.7}	s	2343 ⁵	.	2341 ⁵ h
	N 2350 ⁷	.	2260 ³ n	.	.	2343 ^{1.6}	s	2379 ⁶	.	2497 ¹ h
	O 2502 ⁷ n	.	.	.	.	2410 ¹	s	2385 ⁵	2379 ³ n	.
	O 2512 ⁷ n	.	.	.	.	2427 ¹	s	2401 ⁵	.	2595 ¹ n
	O 2563 ⁵ n	.	.	.	2459 ⁵ s	2469 ¹	s	2433 ¹	2437 ⁴ n	2613 ¹ n
	O 2597 ⁵ n	.	.	.	.	2726 ⁵	n	2456 ¹	.	.
	O 2626 ²	.	.	.	.	.	.	2492	h	.
	N, O 2642 ² d	.	.	.	2535 ⁵ s	.	.	.	.	2730 ¹ n
	N 2669 ³	.	.	.	.	.	.	.	.	2739 ¹ n
	N 2689 ¹	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 2707 ¹	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 2722 ^{1.5}	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 2738 ^{1.5}	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	O 2748 ¹	.	.	2777 ⁵ s	.	.	.	.	.	.
	O 2766 ¹	.	.	2784 ⁵ n	.	.	.	.	.	.
	N 2856	h	.	2792 ³ s	2856 ⁵ s	.	.	.	.	.
	N 2904	} h	.	.	.	.	.	.	.	2875
	N 2978	} h	.	.	.	.	2987 ⁷ s	.	.	.
	N 3009 ¹	.	.	.	2931 ³ n	.	2999 ⁷ s	.	.	.
	N 3011 ¹	.	.	.	.	.	3021 ¹	.	.	.
	N 3056	h	.	.	.	.	.	.	.	.
	O 3086	.	.	.	.	.	3054 ¹ s	.	.	.
	N 3144	d	.	3124 ³ s	.	.	3097 ¹ s	.	.	3051 ¹ h
	N 3174	} h	.	3181 ⁵ s	.	3169 ¹ s	3102 ² s	.	.	.
	N 3219	} h	.	.	.	.	3114 ¹ s	.	.	3435 ⁵ n
	O 3238 ¹ n	.	.	3212 ³ s	.	.	3120 ¹ s	.	.	.
	O 3241 ¹ n	.	.	.	.	3389 ⁵ n	3131 ^{5.3} s	.	.	.
	N 3292	.	3328 ² n	3561 ⁵ s	.	3409 ⁵ n	3133 ³ s	.	.	.
	O 3395 ¹ n	.	.	3602 ^{5.3.5} s	.	.	3141 ¹ s	.	.	.
	O, N 3456 ³ n	.	.	3617 ⁴ s	.	3489 ¹ n	3180 ¹ s	.	.	.
	O 3560 ¹ n, d	.	3591 ^{1.5} n	3628 ^{3.5} s	.	3553 ¹ h	3242 ¹ s	.	.	.
	O 3710	h	.	3665 ³ s	.	3604 ⁵ n	3691 ¹ s	.	.	.
	N 3863	h	3762 ² n	3692 ^{3.5} s	.	.	3749 ¹ s	.	.	3619 ² n
	N 3991	h	.	.	.	3952 ⁵ n	3782 ¹ s	.	.	.
	O 4059 ¹	.	.	3909 ⁶ s	.	.	.	.	.	.
	O 4087 ¹	.	4082 ³ n	.	.	4181 ³ n	3870 ³ s	.	.	.
	N 4145	h	.	.	4127 ² n	.	.	.	.	3779
	O 4232	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 4263 ¹ n	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 4330	h	.	.	4332 ⁵ n	.	.	.	.	.
	O 4395 ²	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 4473 ¹ n	.	.	.	.	.	.	4443 ³ n	.	.
	N 4505 ¹ n	.	.	.	.	.	.	.	.	4703 ³ h
	O 4615 ¹ n	.	.	.	.	4599 ³ n	.	.	.	.
	O 4639 ¹ n	.	4791 ³ n	.	.	.	.	.	.	.
	O 4821	h	.	.	.	.	.	.	.	.
	N 5077 ⁷	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H 5277	.	.	.	5277 ⁶ n	.	.	.	.	.	.
Sonne	Luft	Na	K	Ca	Ba	Sr	Mn	Tl	Ag	Te

Tafel IV. Von *F* nach *H*.

g	Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co
	2245 ¹ <i>h</i>	2205 ³ <i>n</i>	.	.	2251 ³ <i>n</i>	.	.	.	.
	2341 ⁵ <i>h</i>	.	.	2315 ³ <i>s</i>	2339 ³ <i>h</i>	.	.	.	.
	2497 <i>h</i>	.	.	.	2377 ³ <i>h</i>	2291 ⁵ <i>s</i>	.	.	2236 ³ <i>n</i>
	2595 ¹ <i>n</i>	.	.	2562 ⁶ <i>s</i>	2397 ³ <i>n</i>	.	.	2263 ⁵ <i>n</i>	2286 ³ <i>n</i>
	2613 ¹ <i>n</i>	.	.	.	2440 ³ <i>n</i>	2326 ⁴ <i>s</i>	2317 ¹ <i>n</i>	.	2325 ¹ <i>n</i>
	.	.	.	.	2488 ³ <i>n</i>	.	.	.	2409 ⁵ <i>n</i>
	.	2777 ³ <i>n</i>	2781 ⁵ <i>s</i>	.	2529 ³ <i>n</i>	.	2408 ¹ <i>n</i>	.	2438 ⁵ <i>n</i>
	2730 ¹ <i>n</i>	.	.	.	2687 ¹ <i>h</i>	.	2467 ⁵ <i>n</i>	.	2471 ⁵ <i>n</i>
	2739 ¹ <i>n</i>	.	.	.	2740 ¹ <i>h</i>	.	2453 ¹ <i>n</i>	.	2550 ⁵ <i>n</i>
	.	.	.	.	2763 ³ <i>n</i>	.	2502 ¹ <i>n</i>	.	.

	.	.	.	.	.	.	.	.	2785 ³ <i>n</i>
	2875 <i>h</i>	.	.	.	2977 ³ <i>n</i>	.	2837 ⁵ <i>n</i>	.	2823 ¹ <i>n</i>
	.	.	.	.	.	.	3060 ¹ <i>n</i>	.	2862 ¹ <i>n</i>
	.	.	3272 ^{1.5} <i>s</i>	.	.	.	.	.	2910 ³ <i>n</i>
	3051 ¹ <i>h</i>	2931 ⁴ <i>n</i>	3341 ³ <i>s</i>	.	3115 ¹ <i>n</i>	3026 ^{2.5} <i>s</i>	.	.	.
	3435 ⁵ <i>n</i>	.	3532 ^{1.5} <i>s</i>	3239 ⁴ <i>s</i>	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	3359 ¹ <i>h</i>	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	3315 ³ <i>n</i>	.	.
	.	.	.	.	3446 ³ <i>n</i>	.	3481 ³ <i>n</i>	3421 ³ <i>n</i>	.
	3619 ² <i>n</i>	.	3597 ^{1.5} <i>s</i>	.	.	.	3519 ³ <i>n</i>	.	.
	.	.	3610 ^{1.5} <i>s</i>	.	3756 ³ <i>n</i>	.	3619 ⁵ <i>n</i>	.	.
	.	.	3623 ⁵ <i>s</i>	.	3819 ¹ <i>n</i>	.	3778 ⁵ <i>n</i>	.	.
	.	.	3645 ⁵ <i>s</i>	.	4043 ^{1.5} <i>n</i>	.	.	.	.
	.	.	3728 ³ <i>s</i>	.	.	.	.	.	.
	3779 <i>h</i>	.	3773 ^{1.5} <i>s</i>	.	.	.	.	.	.
	.	.	3812 ^{1.5} <i>s</i>	.	.	.	.	.	.

	.	.	4009 ¹ <i>s</i>	.	.	.	.	.	.
	.	.	4019 ¹ <i>s</i>	.	.	.	.	.	.
	.	.	4221 ¹ <i>s</i>	.	.	.	.	.	.
	.	.	4267 ¹ <i>s</i>	.	.	.	.	.	4388 ³ <i>n</i>
4703 ³ <i>h</i>	.	.	4323 ¹ <i>s</i>	.	.	.	4378 ⁴ <i>n</i>	4775 ⁴ <i>n</i>	4394 ³ <i>n</i>
.	.	.	4633 ¹ <i>s</i>	.	.	.	.	.	4437 ¹ <i>n</i>
.	.	.	4671 ¹ <i>s</i>	.	.	.	4603 ³ <i>n</i>	.	4523 ¹ <i>n</i>
.	.	.	4781 ¹ <i>s</i>	.	.	.	.	5158 ³ <i>n</i>	.
.

Ag	Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Tafel IV. Von *F* nach *H*.

Ba	Sr	Mn	Tl	Ag	Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co
.	2213 ¹ s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	2254 ¹⁻⁵ s	2267 ⁶ s	.	.	2245 ¹ h	2205 ³ n	.	.	2251 ³ n	.	.	.	.
.	2291 ¹⁻⁷ s	2343 ⁵ s	.	.	2341 ⁵ h	.	.	2315 ⁵ s	2339 ² h	.	.	.	.
.	2343 ¹⁻⁵ s	2379 ⁶ s	.	.	2497 ¹ h	.	.	.	2377 ² h	2291 ⁵ s	.	.	2236 ³ s
.	2410 ⁵ s	2385 ⁵ s	2379 ³ n	.	.	.	.	.	2397 ³ n	.	.	2263 ⁵ n	.
.	2427 ¹ s	2401 ⁵ s	.	.	2595 ¹ n	.	.	2562 ⁶ s	2440 ³ n	2326 ⁴ s	2317 ¹ n	.	2286 ³ s
59 ⁵ s	2469 ¹ s	2433 ¹ s	2437 ⁴ n	.	2613 ¹ n	.	.	.	2488 ³ n	.	.	.	2325 ¹ s
.	2726 ⁵ n	2456 ¹ s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2409 ⁵ s
.	.	2492 ¹ h	.	.	.	2777 ² n	2781 ⁵ s	.	.	.	.	.	2438 ⁵ s
35 ⁵ s	2730 ¹ n	.	.	.	2529 ³ n	.	2408 ¹ n	.	2471 ⁵ s
.	2739 ¹ n	.	.	.	2687 ¹ h	.	2467 ⁵ n	.	2471 ⁵ s
.	2740 ¹ h	.	2453 ¹ n	.	2550 ⁵ s
.	2763 ² n	.	2502 ¹ n	.	.
.	2785 ³ n
56 ⁹ s
.	2875 ¹ h	.	.	.	2977 ² n	.	2837 ⁵ n	.	2823 ¹ n
31 ³ n	.	2987 ⁷ s	.	.	.	.	.	.	.	.	3060 ¹ n	.	2862 ¹ s
.	.	2999 ⁷ s	.	.	.	.	.	3272 ¹⁻⁵ s	.	.	.	.	.
.	.	3021 ¹ s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	3054 ¹ s	.	.	.	2931 ⁴ n	.	.	.	3026 ²⁻⁵ s	.	.	2910 ³ s
.	.	3097 ¹ s	.	.	3051 ¹ h	.	3341 ² s	.	3115 ¹ n	.	.	.	.
3169 ¹ s	.	3102 ² s	.	.	.	.	3532 ¹⁻⁵ s	.	.	.	.	.	.
.	.	3114 ¹ s	.	.	3435 ⁵ n	.	.	3239 ⁴ s	.	.	.	.	.
.	.	3120 ¹ s	.	.	.	.	.	.	3359 ¹ h	.	.	.	.
3389 ⁵ n	.	3131 ⁵⁻⁸ s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3409 ⁵ n	.	3133 ² s	.	.	.	.	.	.	.	.	3315 ³ n	.	.
.	.	3141 ¹ s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3489 ¹ n	.	3180 ¹ s	.	.	.	.	.	.	3446 ⁴ n	.	3481 ³ n	3421 ⁵ n	.
3553 ¹ h	.	3242 ¹ s	.	.	.	.	3597 ¹⁻⁵ s	.	.	.	.	.	.
3604 ⁵ n	.	3691 ¹ s	.	.	.	.	3610 ¹⁻⁵ s	.	.	.	3519 ² n	.	.
.	.	3749 ¹ s	.	.	3619 ² n	.	3623 ⁵ s	.	3756 ⁵ n	.	.	.	.
3952 ⁵ n	.	3782 ¹ s	.	.	.	.	3645 ⁵ s	.	3819 ¹ n	.	3619 ⁵ n	.	.
.	3728 ² s	.	4043 ¹⁻⁵ n	.	.	.	.
.	3773 ¹⁻⁵ s	.	.	.	3778 ⁵ n	.	.
27 ² n	.	3870 ³ s	.	.	3779 ¹ h	.	3812 ¹⁻⁵ s	.	.	.	.	.	.
.
32 ⁵ n	4009 ¹ s	.	.	.	.	.	.
.	4019 ¹ s	.	.	.	.	.	.
.	4221 ¹ s	.	.	.	.	.	.
.	.	.	4443 ³ n	.	.	.	4267 ¹ s	.	.	.	.	.	4388 ³ n
.	4703 ³ h	.	4323 ¹ s	.	.	.	4378 ⁴ n	4775 ⁴ n	4394 ³ n
.	4599 ³ n	.	.	.	.	.	4633 ¹ s	.	.	.	.	.	4437 ¹ n
.	4671 ¹ s	.	.	.	4603 ³ n	.	.
.	4781 ¹ s	.	.	.	.	.	4523 ¹ n
.	5158 ³ n	.
Ba	Sr	Mn	Tl	Ag	Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co

	Co	As	Pb	Zn	Cr	Os	Pd	Pt
					2257 ⁵ s			
					2266 ¹⁻⁵ s			
5 n	2236 ³ s			2294 ⁷ s	2336 ⁷ s		2279,5 ³ s	
	2286 ³ s							
	2325 ¹ s		2384 ³ n					
	2409 ⁵ s				2400 ¹ s			
	2438 ⁵ s	2450 ¹ n			2406 ⁵ s			
	2471 ⁵ s			2469 ⁶ s	2435 ⁷ s			
	2550 ⁵ s				2452 ⁷ s			
					2474 ¹ s			
				2559 ⁴ s				
	2785 ³ n				2619 ¹ s			
					2627 ⁷ s			
	2823 ¹ n	2859 ¹ h			2632 ¹⁻⁵ s, d			2857 ¹ s
		2897 ¹ h			2663 ⁵ s			
	2862 ¹ s				2701 ⁷ s			2936 ³ s
	2910 ³ s				2740 ⁷ s			2999 ⁷ s
					2768 ⁷ s			
		3006 ¹⁻⁵ h			2840 ⁷ s	2861 ⁷ s	3065 ⁷ s	
					2871 ⁷ s			
					2887 ⁷ s	3225 ³ s		3156 ¹ s
		3097 ²⁻⁵ h			2899 ⁷ s	3421 ¹ s		
					2914 ¹ s			
5 n					2927 ¹ s	3583 ¹ s		
			3329 ⁷ n		3007 ¹ s			
					3444 ³ s	3645 ¹ s		3525 ¹ s
		3381 ¹ n			3465 ¹ s			
					3473 ¹ s			
		3497 ¹ n			3489 ¹ s			
			3730 ³ n		3663 ³ s	3773 ³ s		
					3719 ³ s		3963 ⁴ s	
					3797 ³ s			
			3831 ⁶ n		3905 ¹ s			
					3951 ¹ n			
	4388 ³ n							
4 n	4394 ³ n							
	4437 ¹ n							
3 n	4523 ¹ n		4713 ¹ n					

Hg	Co	As	Pb	Zn	Cr	Os	Pd	Pt
----	----	----	----	----	----	----	----	----

Sonne	Luft	Na	K	Ca	Ba	Sr	Mn	Tl	Ag	Tc
<i>a</i> 322						365 ² s				
			418 ² s							
			426 ² s							
<i>B</i> 449					441 ⁷ s	444 ² s				
					486 ⁷ s	480 ² s				
				515 ⁷ s	523 ⁷ s					
					532 ⁷ s					
	N 565,5 ²					549 ⁵ s				545,3 ⁴ n
						563 ¹ s				
<i>C</i> 589,5	H 589,5 ² h				573 ¹ s	595 ² s		596 ⁴ s		
					608 ¹ s					
	N 629,5 ²			622 ⁵ s	621,5 ⁷ s	619 ² s				
				625 ¹⁻⁴ s						
				637 ⁷ s		655 h				
				642 ² s	645 ¹ s					
				649 ⁷ s						657,3 ⁷ s
			727 ⁵ s	655 ² s		669 ⁴ s				
				699 ² s		681 ¹ s				
				709 ² s	704 ¹ s	684 ¹ s				
			763 ⁵ s	723 ² s		692 ⁴ s			690 ² s	693 ¹ s
						703 ² s	704 ² s			
						705,5 ⁵ s				703 ⁵ n
				813 ¹ s		723 h				
				818 ⁴ s		745 ² s				735 ² s
	NO 807 ¹ h, d					760 h			762 ² s	765,3 ² n
		818 ¹⁻⁵ s		843 ² s	847 ² s	777 h		768 ¹ h		774 ² s
		821 ¹ s			879 ² s	807 ⁴ s	837 h			
				859 ² s		856 ¹ s	843 h			
				863 ² s						
			840 ¹⁻⁵ s							
				882 h						894 ² s
				921,2 ² s						
					908 ¹⁻⁵ s		909 ²⁻⁵ s		899 ² s	917 ¹ s
	N 959 ¹			934 h	925 ¹⁻⁵ s	924 h	913 ²⁻⁵ s			927 ² n
	N 967 ⁶				943 ¹⁻⁵ s	941 ¹ h	915,5 ² s	921 ² s	943 ⁵ s	945,3 ⁵ s
	N 975 ⁴				993 ⁵ s	945 ¹ s				971,5 ¹ s
	N 978 ¹							960 ⁵ s		
<i>D</i> ¹ 1000		1000 ⁵ s								
<i>D</i> ² 1005		1005 ⁶ s			1005 ¹ n					
Sonne	Luft	Na	K	Ca	Ba	Sr	Mn	Tl	Ag	Tc

Tafel I. Von *a* nach *D*.

	Te	Sa	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co	As
					396 ³ <i>n</i>					
		459 ³ <i>s</i>			458,5 ¹ <i>n</i>					
		491 ¹ <i>s</i>			475 ³ <i>s</i>		473 ¹ <i>s</i>			
				502 ¹ <i>s</i>	487 ³ <i>s</i>					
					501 ³ <i>n</i>					
545,3 ⁴ <i>n</i>					517 ¹ <i>s</i>	516 ³ <i>s</i>				
		581 ¹ <i>s</i>				535 ³ <i>s</i>				
					545 ¹ <i>n</i>	541 ³ <i>s</i>	572 ³ <i>s</i>			
					614 ¹ <i>n</i>		581,5 ¹ <i>h</i>			
			623 ¹ <i>s</i>		620 ¹ <i>n</i>					
			641,5 ³ <i>s</i>	639 ³ <i>n</i>	640 ¹ <i>n</i>		621 ¹ <i>s</i>		645 ¹ <i>n, d</i>	
				656 ³ <i>s</i>		643 ³ <i>s</i>				672 ¹ <i>n</i>
657,3 ⁷ <i>s</i>		648 ⁷ <i>s</i>	667 ³ <i>s</i>			659 ³ <i>s</i>				
			673 ¹ <i>s</i>							
			674 ³ <i>n</i>							
693 ¹ <i>s</i>			683 ³ <i>s</i>		679 ³ <i>h</i>			685 ¹ <i>n</i>	701 ³ <i>s</i>	707 ¹ <i>n</i>
			696,2 ³ <i>s</i>					697 ¹ <i>n</i>	731 ³ <i>s</i>	759 ¹ <i>n</i>
703 ³ <i>n</i>			709 ⁷ <i>s</i>							
			719 ³ <i>s</i>		719 ¹ <i>n</i>				745 ³ <i>s</i>	
735 ³ <i>s</i>			726 ³ <i>s</i>		729 ³ <i>n</i>	727 ³ <i>s</i>				
765,3 ³ <i>n</i>			758 ³ <i>s</i>		739 ³ <i>n</i>	734 ³ <i>s</i>			763 ³ <i>s</i>	812 ³ <i>n</i>
774 ³ <i>s</i>			763 ³ <i>s</i>		765 ³ <i>n</i>					833 ¹ <i>n</i>
			772 ¹ <i>s</i>			747 ³ <i>s</i>		826 ⁷ <i>n</i>	844 ¹ <i>h</i>	850 ³ <i>n</i>
			795 ¹ <i>s</i>		787 ¹ <i>h</i>		837,3 ³ <i>n</i>			
			829 ³ <i>s</i>		796 ³ <i>h</i>		884 ³ <i>n</i>	863 ³ <i>n</i>	865 ⁷ <i>s</i>	870 ³ <i>n</i>
			852 ³ <i>s</i>		819 ³ <i>n</i>				891 ⁷ <i>s</i>	
894 ³ <i>s</i>			869,5 ³ <i>s</i>	869,5 ³ <i>n</i>	837 ⁷ <i>n</i>		887 ³ <i>s</i>			
			909 ³ <i>s</i>	918 ¹ <i>n</i>	871 ⁷ <i>n</i>					908,8 ³ <i>n</i>
917 ¹ <i>s</i>			937 ³ <i>s</i>	953 ¹ <i>s</i>	889 ³ <i>n</i>		899 ¹ <i>s</i>		921 ¹ <i>s</i>	
927 ³ <i>s</i>			953 ³ <i>s</i>	986 ¹ <i>s</i>	921,1 ³ <i>n</i>	951 ³ <i>s</i>	939 ¹ <i>h</i>		923 ³ <i>s</i>	
945,3 ³ <i>s</i>			993 ³ <i>s</i>		937,5 ³ <i>n</i>	956 ³ <i>s</i>	943 ¹ <i>h</i>		931 ³ <i>s</i>	
971,5 ¹ <i>s</i>					981,5 ¹ <i>n</i>	981 ⁷ <i>s</i>			937 ³ <i>s</i>	
					988,5 ³ <i>n</i>				985 ³ <i>s</i>	
					1000,5 ³ <i>n</i>					
	Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co	As

Tafel I. Von *a* nach *D*.

Sr	Mn	Tl	Ag	Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co
5 ² s								396 ³ n				
4 ² s					459 ³ s			458,5 ¹ n				
0 ² s					491 ¹ s		502 ⁴ s	475 ³ s 487 ³ s		473 ⁴ s		
9 ⁵ s				545,3 ⁴ n				501 ⁵ n	516 ⁵ s			
3 ¹ s					581 ¹ s			517 ¹ s	535 ⁵ s			
5 ³ s		596 ⁴ s						545 ¹ n	541 ⁵ s	572 ³ s		
9 ² s						623 ¹ s		614 ¹ n		581,5 ¹ h		
5 h						641,5 ⁵ s	639 ³ n	620 ¹ n		621 ⁵ s		645 ¹ n, d
					648 ⁷ s	667 ⁵ s	656 ⁵ s	640 ¹ n	643 ⁵ s			
9 ⁴ s				657,3 ⁷ s		673 ¹ s			659 ⁵ s			
1 ¹ s						674 ⁵ n						
4 ¹ s						683 ⁵ s		679 ³ h			685 ¹ n	701 ⁵ s
2 ⁵ s			690 ² s	693 ¹ s		696,2 ⁵ s						
3 ² s	704 ² s										697 ¹ n	731 ² s
5,5 ⁵ s				703 ⁵ n		709 ⁷ s						
3 ¹ h						719 ⁵ s		719 ¹ n				745 ⁵ s
5 ⁵ s				735 ⁵ s		726 ⁵ s		729 ³ n	727 ⁵ s			
0 h			762 ² s	765,3 ¹ n		758 ⁵ s		739 ³ n	734 ⁵ s			763 ⁵ s
7 h		768 ¹ h		774 ³ s		763 ⁵ s		765 ³ n				
7 ⁵ s	837 ¹ h					772 ¹ s			747 ³ s		826 ⁷ n	844 ¹ h
6 ¹ s	843 ¹ h					795 ¹ s		787 ¹ h		837,3 ⁵ n		
						829 ² s		796 ⁵ h		884 ⁵ n	863 ² n	865 ⁷ s
						852 ⁵ s		819 ³ n				891 ⁷ s
				894 ³ s		889,5 ⁵ s	889,5 ⁵ n	837 ⁷ n		887 ⁵ s		
	909 ³ s		899 ⁵ s	917 ¹ s		909 ⁵ s	918 ¹ n	871 ⁷ n				
4 h	913 ² s			927 ⁵ n		937 ⁵ s	953 ¹ s	889 ³ n		899 ¹ s		
1 ¹ h	915,5 ² s	921 ² s	943 ⁵ s	945,3 ⁵ s		953 ⁵ s	986 ¹ s	921,1 ⁵ n	951 ⁵ s	939 ¹ h		921 ¹ s
5 ³ s				971,5 ¹ s		995 ² s		937,5 ³ n	956 ⁵ s	943 ¹ h		923 ² s
		960 ⁶ s						981,5 ¹ n	981 ⁷ s			931 ⁵ s
								988,5 ³ n				937 ⁵ s
								1000,5 ³ n				985 ² s
Sr	Mn	Tl	Ag	Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co

Co	As	Pb	Zn	Cr	Os	Pd	Pt
12	75	207	65	52	190	106	195

Sonne	Luft	Na	K	Ca	Ba	Sr	Mn	Tl	Ag	Te	
D³ 1005											
				1031 ³⁻⁴ s							
			1049 ¹ n		1034 ⁶ s			1055 ³ s	1031,2 ⁻² s	1030,3 ⁻⁵ s	
			1065 ⁻⁵ n		1057 ¹ s	1061 ⁻⁶ s				1035 ³ s	
			1073 ¹⁻⁵ n		1096 ¹ s						
N 1100 ⁻³								1099 ⁻³ n			107
N 1118 ¹						1102 ⁻⁶ n				1111 ⁷ n	
N 1135 ⁻³		1169 ³ s			1119 ¹ s					1122 ¹ s	
N 1150 ³		1174 ¹ s									
N 1171 ¹										1151 ⁷ n	
N 1177 ⁶											
N 1180 ¹											
N 1187 ⁷											
N 1294 ⁻⁴						1203 ¹ n			1207 ⁻³ n	1204 ⁶ n	
N 1302 ⁻⁵				1247 ⁻⁵ s							121
N 1310 ¹⁻⁵				1249 ⁻⁶ s		1227 ¹⁻⁵ s, f			1223 ⁻³ n		
N 1314,5 ⁻⁵				1252 ¹⁻⁵ s					1227 ⁻⁷ n	1330 ¹ s	
N 1319 ⁻³				1256 ³⁻⁵ s					1240 ⁻³ s		126
N 1349 ¹⁻³				1258,5 ⁻⁵ s		1268 ⁻³ s	1289 ¹ s		1257 ⁻⁷ s	1270 ⁴ s	
				1260 ⁻⁴ s					1276,3 ⁻⁵ s		
N 1366 ¹				1265 ⁻⁷ s							
			1328 ¹ n		1271 ⁴ s				1286,5 ³ s		128
N 1383 ⁻⁵						1307 ¹ s	1301 ³ s				
N 1394 ⁻⁷				1335 ⁻⁷ s			1305 ²⁻⁵ s	1329 ¹⁻⁵ n			
							1311 ³ s				
							1324 ⁴ s				
					1351 ⁻⁵ s						
							1341 ³ s				
							1349 ⁻⁷ h				
							1359 ³ s	1356 ¹ s		1357 ⁴ s	
							1365 ⁴ s	1376 ⁴ s	1372 ² s	1366 ⁴ s	
							1397 ²⁻⁵ s	1413 ⁻⁷ s	1380 ⁷ s	1396 ⁴ s	
								1428 ¹ s	1421 ⁻³ s		
							1425 ⁻³ s	1438 ⁻⁷ s	1435 ⁻³ s	1438,3 ⁴ s	
							1467 ¹⁻⁵ h	1443 ⁻⁷ s	1446 ⁴ h		148
								1452 ² s			
N 1502 ⁻³				1506 ¹ s				1456 ⁻³ s			
N 1516 ⁻³								1473,5 ³ s		1485 ⁴ s	
								1505,5 ⁻⁴ s	1505 ³ s		150
N 1537 ⁻³								1515 ⁴ s		1548,2 ³ s	152
											152
							1559 ¹ h			1562 ² s	157
							1571 ¹ h				
E { 1599				1599,5 ⁴ s							
1600											
Sonne	Luft	Na	K	Ca	Ba *)	Sr	Mn	Tl	Ag	Te	

*) In der Columnne Ba sollte die Linie 1271⁴ seyn: 1308⁴ und die Linie 1307¹ seyn: 1327¹.

Tafel II. Von *D* nach *E*.

Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co
		1011 ³ s	.	.	1011 ¹ n		1008 ^{1,3} n	.
			.	.	1025 ³ s	1026 ² n	1019 ⁵ n	.
1030,3 ⁴ s		1030 ² s	.					.
1035 ³ s			.	1041 ⁵ s	1045 ⁴ s	1059 ¹ n		.
	1076 ¹⁰ n	1090 ⁵ s	.	1057 ⁵ s			1060 ³ n	.
1111 ⁷ n		.	.	1081 ¹ n	1081,5 ⁵ s		1074 h	.
1122 ¹ s		.	.	1145 ⁵ s	1109 ¹ s		1083,5 ⁸ n	.
1151 ⁷ n		.	.				1100,5 ⁶ n	.
			.			1143 ⁶ n		.
			.	1158 ¹ n		1197 ³ n	1177 ³ n	.
		1225 ⁵ s	.	1189 ⁵ s				.
			.		1199 ³ s			.
1204 ⁶ n		1236 ^{1,5} s	.					.
		1247 ⁵ s	.	1207 ¹ h				.
	1219 ³ s	1251 ³ s	.	1214 ⁴ n				.
		1261 ³ s	.	1220 ¹ n			1252 ¹ n	.
1330 ¹ s		1274 ⁷ s	.		1266 ⁵ n			.
1270 ⁴ s	1260 ³ n	1276 ² s	.	1279 ⁴ n		1293 ¹ s		1039 ²
		1338 ⁷ s, d	.					1043 ³
		1383 ⁵ s	.	1383 ³ n		1305 ⁵ s		1207 ³
	1284 ⁹ n	1391 ⁷ s	.					1217 ³
		1400 ⁷ s	.					1257 ⁷
		1413 ⁵ s	.					
		1419 ⁷ s	.					
		1421,5 ⁷ s	.					
		1434 ⁵ s	.					1361 ¹
		1438 ⁵ s	.					1401 ¹
		1445 ⁷ s	.					1470 ⁵
		1446 ⁷ s	.					1483 ¹
		1456 ⁷ s	.				1385 ¹⁰ n	1491 ¹
1357 ⁴ s		1459,5 ⁹ s	.					1496 ³
1366 ⁴ s		1467 ⁷ s	.			1395 ¹ h		
1396 ⁴ s		1481 ¹ s, d	.	1457 h				1500,8
		1485,3 ⁵ s	.				1421 ^{1,2} n	1501,3
1438,3 ⁴ s		1486 ² s	1473 ¹⁰ n	1471 ³ n		1453 ¹ h		1508 ³
	1484 ¹ s	1486,5 ² s	.				1487 ⁴ n	1514 ³
		1488 ³ s	.					1525 ²
		1532 ³ s	.			1495 ¹ h		1534 ³
1485 ⁴ s		1537 ⁷ s	.	1501				1539 ⁴
	1506 ⁹ n	1541 ⁵ s	1517 ¹⁰ n					1543 ³
1548,2 ³ s	1520 ¹ h	1545 ⁵ s	.					1549 ³
	1524 ⁴ n	1560 ² s	1556 ¹ n					1573 ³
	1576 ¹ n	1574 ² s	.					1579 ³
1562 ³ s		1582 ⁷ s, d	.				1583 ⁵ n	1584 ³
		1593 ⁵ s	.			1598 ⁷ n		1586 ³
		1599 ⁷ s	.					1591 ³
		1600 ⁷ s	.					
Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co

Tafel II. Von *D* nach *E*.

Ba	Sr	Mn	Tl	Ag	Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co
							1011 ³ <i>s</i>			1011 ¹ <i>n</i>		1008 ^{1,3} <i>n</i>	
1034 ⁶ <i>s</i>			1055 ³ <i>s</i>	1031,2 ² <i>s</i>	1030,3 ⁴ <i>s</i>		1030 ⁹ <i>s</i>			1025 ³ <i>s</i>	1026 ³ <i>n</i>	1019 ⁵ <i>n</i>	
1057 ¹ <i>s</i>	1061 ⁵ <i>s</i>				1035 ³ <i>s</i>								
1096 ¹ <i>s</i>							1090 ⁵ <i>s</i>		1041 ⁵ <i>s</i>	1045 ⁴ <i>s</i>	1059 ¹ <i>n</i>	1060 ³ <i>n</i>	
			1099 ⁵ <i>n</i>			1076 ¹⁰ <i>n</i>			1057 ⁵ <i>s</i>				
1119 ¹ <i>s</i>	1102 ⁵ <i>n</i>				1111 ⁷ <i>n</i>				1081 ¹ <i>n</i>	1081,5 ⁵ <i>s</i>		1074 ¹ <i>h</i>	
					1122 ¹ <i>s</i>								
					1151 ⁷ <i>n</i>				1145 ⁵ <i>n</i>	1109 ¹ <i>s</i>		1083,5 ⁴ <i>n</i>	
												1100,5 ⁶ <i>n</i>	
											1143 ⁶ <i>n</i>	1177 ² <i>n</i>	
							1225 ⁵ <i>s</i>		1158 ¹ <i>n</i>		1197 ³ <i>n</i>		
									1189 ⁵ <i>n</i>				
										1199 ⁵ <i>s</i>			
	1203 ¹ <i>n</i>			1207 ⁵ <i>n</i>	1204 ⁶ <i>n</i>		1236 ^{1,5} <i>s</i>		1207 ¹ <i>h</i>				
						1219 ³ <i>s</i>	1251 ³ <i>s</i>		1214 ⁴ <i>n</i>			1252 ¹ <i>n</i>	
	1227 ^{1,5} <i>s, f</i>			1223 ³ <i>n</i>	1330 ¹ <i>s</i>		1261 ³ <i>s</i>		1220 ¹ <i>n</i>				
				1227 ⁷ <i>n</i>	1240 ³ <i>s</i>	1260 ⁶ <i>n</i>	1274 ⁷ <i>s</i>			1266 ⁵ <i>n</i>			
	1268 ³ <i>s</i>	1289 ¹ <i>s</i>		1257 ⁷ <i>s</i>	1270 ⁴ <i>s</i>		1276 ² <i>s</i>		1279 ⁴ <i>n</i>				
				1276,3 ⁵ <i>s</i>			1338 ⁷ <i>s, d</i>				1293 ¹ <i>s</i>		1039 ² <i>s</i>
							1383 ⁵ <i>s</i>		1383 ³ <i>s</i>				1043 ³ <i>s</i>
1271 ⁴ <i>s</i>						1284 ⁶ <i>n</i>	1391 ⁷ <i>s</i>				1305 ⁵ <i>s</i>		1207 ⁵ <i>s</i>
				1286,5 ³ <i>s</i>			1400 ⁷ <i>s</i>						1217 ⁵ <i>s</i>
1307 ¹ <i>s</i>	1301 ² <i>s</i>						1413 ⁵ <i>s</i>						1257 ⁷ <i>s</i>
	1305 ^{2,5} <i>s</i>	1329 ^{1,5} <i>n</i>					1419 ⁷ <i>s</i>						
	1311 ² <i>s</i>						1421,5 ⁷ <i>s</i>						
1351 ⁵ <i>s</i>	1324 ² <i>s</i>						1434 ⁵ <i>s</i>						1361 ¹ <i>s</i>
							1438 ⁵ <i>s</i>						1401 ^{1,5} <i>s</i>
							1445 ⁷ <i>s</i>						1470 ⁵ <i>s</i>
	1341 ³ <i>s</i>						1446 ⁷ <i>s</i>						1483 ¹ <i>s</i>
	1349 ⁷ <i>h</i>						1456 ⁷ <i>s</i>					1385 ¹⁰ <i>n</i>	1491 ¹ <i>s</i>
	1359 ³ <i>s</i>		1356 ¹ <i>s</i>		1357 ⁴ <i>s</i>		1459,5 ⁹ <i>s</i>						1496 ³ <i>s</i>
	1365 ⁴ <i>s</i>	1376 ¹ <i>s</i>			1366 ⁴ <i>s</i>		1467 ⁷ <i>s</i>				1395 ¹ <i>h</i>		
	1397 ^{2,5} <i>s</i>	1413 ⁷ <i>s</i>			1380 ⁷ <i>s</i>		1481 ¹ <i>s, d</i>		1457 ¹ <i>h</i>				1500,5 ³ <i>s</i>
		1428 ¹ <i>s</i>			1421 ³ <i>s</i>		1485,3 ⁵ <i>s</i>					1421 ^{1,5} <i>n</i>	1501,5 ³ <i>s</i>
	1425 ² <i>s</i>	1438 ⁷ <i>s</i>			1435 ³ <i>s</i>	1438,3 ⁴ <i>s</i>	1486 ² <i>s</i>	1473 ¹⁰ <i>n</i>	1471 ⁵ <i>n</i>		1453 ¹ <i>h</i>		1508 ² <i>s</i>
	1467 ^{1,5} <i>h</i>	1443 ⁷ <i>s</i>			1446 ¹ <i>h</i>	1484 ¹ <i>s</i>	1486,5 ² <i>s</i>					1487 ⁵ <i>n</i>	1514 ⁴ <i>s</i>
		1452 ³ <i>s</i>					1488 ² <i>s</i>						1525 ⁵ <i>n, d</i>
		1456 ² <i>s</i>					1532 ³ <i>s</i>				1495 ¹ <i>h</i>		1534 ⁵ <i>s</i>
		1473,5 ³ <i>s</i>			1485 ⁴ <i>s</i>		1537 ⁷ <i>s</i>		1501				1539 ³ <i>s</i>
		1505,5 ⁵ <i>s</i>	1505 ⁹ <i>s</i>			1506 ² <i>n</i>	1541 ⁵ <i>s</i>	1517 ¹⁰ <i>n</i>					1543 ³ <i>s</i>
	1515 ⁴ <i>s</i>					1520 ¹ <i>h</i>	1545 ⁵ <i>s</i>						1549 ³ <i>s</i>
						1524 ⁴ <i>n</i>	1560 ³ <i>s</i>	1556 ¹ <i>n</i>					1573 ³ <i>s</i>
						1576 ¹ <i>n</i>	1574 ² <i>s</i>						1579 ² <i>s</i>
					1562 ³ <i>s</i>		1582 ⁷ <i>s, d</i>					1583 ⁵ <i>n</i>	1584 ³ <i>s</i>
							1593 ⁵ <i>s</i>				1598 ⁷ <i>n</i>		1586 ^{1,5} <i>s</i>
							1599 ⁷ <i>s</i>						1591 ¹ <i>s</i>
							1600 ⁷ <i>s</i>						
Ba *)	Sr	Mn	Tl	Ag	Te	Sn	Fe	Cd	Sb	Au	Bi	Hg	Co

*) 1271⁴ seyn: 1308⁴ und die Linie 1307¹ seyn: 1327¹.

	Co	As	Pb	Zn	Cr	Os	Pd	Pt
n	.	.	1015 ³ n	.	.	1029 ¹ s	1023 ³ s	.
n	.	.	1031,1 ⁴ s	.	.	.	1031,5 h	.
.	1042 ¹ n	.	.	.	.	.	.	1041 ⁶ s
n	.	.	.	.	.	.	1056 ⁷ s	1045 ⁵ s
h	.	.	1055 ⁵ n	.	.	.	.	.
.	.	.	.	1062 ⁴ s	1081 ¹ h	.	1068 h	.
s n	1090 ⁵ n	1094 ¹ n	.	1087 ¹ h	.	.	.	1073 ⁷ d
s n	.	.	.	1090 ¹ h	1093 ⁵ s	1084 h	.	.
.	.	.	.	1110 ⁵ s	.	.	.	.
n	.	.	.	1122 ⁶ n	.	1141 ¹ s	1127 ³ s	.
.	.	.	.	.	.	.	1129 ¹ s	.
.	1203 ⁷ n	.	.	.	1212 ¹ s	.	1185 ⁵ s	.
.	.	.	.	.	1242 ^{1,5} s	.	1199 ⁵ s	.
n	.	.	.	.	.	.	.	.
.	1039 ³ s	.	.	.	.	.	1212 ⁵ s	.
.	1043 ³ s	.	.	.	.	.	.	.
.	1207 ³ s	1231 ⁵ n	1240 ⁹	.	.	1264 ¹ s	1219 ¹ h	.
.	1217 ⁵ s	1257 ⁵ n	.	.	.	.	1233 ¹ h	.
.	1257 ⁷ s	.	1279 ⁵ n	1269 ⁵ n	.	.	1240,5 ⁵ s	.
.	.	.	.	1283 ¹ n	.	.	1248 ⁵ s	.
.	1361 ¹ s	1291 ⁶ n	.	.	.	.	1259,2 ⁷ s,d	.
.	1401 ^{1,5}	.	.	.	.	.	.	.
.	1470 ⁵ s	.	.	.	.	1322 ³ s	1281 ^{1,5} s	.
.	1483 ¹ s	.	.	.	.	.	1299 ¹ s	.
s n	1491 ¹ s	1348 ⁶ n	.	.	.	.	1303 ^{1,5} n	.
.	1496 ³ s	.	.	.	.	.	1331 ^{1,5} n	1367 ⁷ s
.	.	.	.	.	.	1405 ⁵ s	1380 ^{1,5} s	.
.	1500,5 ³ s	.	.	.	.	.	.	.
s n	1501,5 ³ s	.	.	.	1439 ^{1,5} s	1432 ^{1,5} s	1412 ⁵ s	.
.	1508 ³ s	1443 ¹ n	.	.	.	.	1456 ³ s	1459 ⁵ s
n	1514 ⁴ s	.	.	.	1507,5 ⁷ s	.	1492 ⁵ s	1484 ⁵ s
.	1525 ⁵ n,d	1465 ¹ n	.	.	1510 ¹ s	.	.	.
.	1534 ⁵ s	.	1479 ⁷ n	.	.	.	1511 ⁵ s	.
.	1539 ⁹ s	.	.	.	.	.	1548 ⁵ s	.
.	1543 ³ s	.	.	.	1532 ¹ s	.	.	1561 ³ s
.	1549 ¹ s	.	.	1519 ⁵ n	.	.	1569 ³ s	.
.	1573 ³ s	1529 ⁶ n	.	.	1567 ¹ s, d	.	.	.
.	1579 ³ s	.	.	.	.	.	.	.
n	1584 ³ s	1577 ¹ n	.	.	1594 ⁷ s	.	.	.
.	1586 ^{1,5} s	.	.	.	.	.	.	.
.	1591 ¹ s	.	1593,3 ⁵ n	.	.	.	.	.

g	Co	As	Pb	Zn	Cr	Os	Pd	Pt
---	----	----	----	----	----	----	----	----

M
be
ch
ge
B
in
in
D
m
di
M
al
ei
L
se
te

V
si

I
L
di
pe
S
ne
li
fa
m

Bemerkung zu den Figurentafeln III und IV. — Der Maassstab, nach welchem die Spectra verzeichnet wurden, beschränkte die Intensität der stärkeren Linien beim Stechen. Aus diesem Grunde erscheinen die Spectra, wie sie gestochen sind, zu schwach. Hätte man den Linien durch Breitermachen eine grössere Stärke gegeben, so würden sie in verschiedenen Spectren den Raum eingenommen haben, in welchen zwei oder mehrere Linien einzutragen waren. Dieser Mangel an Stärke einiger der Linien fällt um so mehr in die Augen, weil, mit Ausnahme des Luftspectrums, die Linien der Spectren nur kurz sind. Die Schmäle der Metallspectra war unvermeidlich, um den grossen Vortheil, alle Spectra auf einer Tafel zu haben, beizubehalten. — In einigen der Spectren kommen Streifen von unlösbarem Lichte vor; diese sind in den Tafeln mit Querstrichen versehen, um sie von anderen Gruppen feiner Linien zu unterscheiden.

**VI. *Ein Versuch über die Natur des unpolarisirten Lichtes und die Doppelbrechung des Quarzes in der Richtung seiner optischen Axe;*
von J. Stefan.**

(Auszug aus einer im I. Bande der Sitzungsberichte der Wiener Akademie gedruckten Abhandlung, mitgetheilt vom Verf.)

Die Art der Schwingungen, welche in einem polarisirten Lichtstrahle auf einander folgen, ist durch die Definition dieses Strahles als eines geradlinig, circular oder elliptisch polarisirten bestimmt. Dieß ist nicht der Fall mit den Schwingungen in einem unpolarisirten Strahle. Diese können lineare oder elliptische, oder abwechselnd lineare, elliptische und kreisförmige seyn. Aus den bisherigen Erfahrungen über das Verhalten unpolarisirter Strahlen konnte man nur schliessen, dafs die Richtungen der Schwingungs-

geraden oder der Axen der Schwingungsellipsen so rasch hinter einander wechseln, daß das Auge nach Zerlegung dieser Schwingungen die wechselnden Größen ihrer Componenten nicht mehr wahrzunehmen vermag. Es bleiben daher, wenn man diese Ansicht über die Natur unpolarisirter Strahlen annimmt, noch zwei Fragen zu erledigen:

1. Sind die in einem unpolarisirten Strahle aufeinanderfolgenden Schwingungen geradlinig oder elliptisch, oder abwechselnd geradlinig, kreisförmig und elliptisch?

2. Wie rasch ändern sich die Richtungen der geradlinigen Schwingungen oder die Richtungen der Axen der Schwingungsellipsen den Strahl entlang?

Die erste Frage kann durch folgendes Experiment erledigt werden. Man theile ein unpolarisirtes Strahlenbündel homogenen Lichtes in zwei, drehe in dem einen die Richtungen der Schwingungslinien oder der Axen der Schwingungsellipsen um einen rechten Winkel und bringe diesen zwei Bündeln einen Gangunterschied von einer ungeraden Anzahl halber Wellenlängen bei. Wenn diese zwei Bündel nunmehr zur Interferenz gebracht kein schwächeres Licht geben als vor der Theilung, so sind die Schwingungen geradlinig; schwächen sie sich, so sind die Schwingungen elliptisch oder rasch abwechselnd geradlinig und elliptisch; löschen sie sich vollkommen aus, so sind die Schwingungen kreisförmig.

Die Ausführung dieses Experimentes bietet Gelegenheit zu einer schönen Anwendung des in einem früheren Aufsatze beschriebenen Verfahrens, Interferenzlinien im prismatischen Spectrum zu erzeugen. Verzögert man nämlich durch eine eingeschobene Glasplatte jenen Theil eines von einer Spalte kommenden Strahlenbündels, welcher an der Seite der brechenden Kante des Prismas liegt, so treten im Spectrum der Fraunhofer'schen Linien parallele Interferenzstreifen auf. Nimmt man statt der Glasplatte eine senkrecht zur optischen Axe geschnittene Quarzplatte, so bewirkt diese nebst der Verzögerung auch eine Drehung der Schwingungen und diese Drehung kann durch passende

Wahl der Dicke der Platte für jede Stelle im Spectrum auf einen beliebigen Werth gebracht werden. Man ist also auf diese Weise das bezeichnete Experiment auszuführen im Stande.

Es wurde eine links drehende Platte von 5,045 Millim. Dicke zum Versuche genommen. Es zeigten sich in dem durch vier Prismen erzeugten Spectrum schöne Interferenzlinien über 3000 an der Zahl. Sie waren sichtbar in allen Theilen des Spectrums. Die Platte wurde nun gegen die einfallenden Strahlen senkrecht gestellt und das Spectrum wieder untersucht. Es ergab sich folgendes: die Interferenzlinien wurden von der Fraunhofer'schen Linie *H* gegen *G* hin immer schärfer und dunkler, vor *F* waren sie am schwärzesten. Von da an nahm ihre Schwärze gegen das Gelb hin wieder ab, bei den Linien *D* waren sie schon sehr schwach, verschwanden vor *C* gänzlich und kamen hinter *C* gegen *B* hin, jedoch sehr schwach, wieder zum Vorschein.

Die verwendete Platte dreht die Schwingungen der Farben, welche den Fraunhofer'schen Linien *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *H* entsprechen, um 78, 87, 109, 139, 165, 214, 257 Grade. Die Schwingungen jener Strahlen, welche in der Nähe von *C* und zwar gegen *D* hin liegen, erleiden somit eine Drehung um 90° oder nahe 90°. Da an dieser Stelle die Interferenzlinien fehlen, so folgt: Das aus dem Collimator kommende unpolarisirte Licht enthält geradlinige Schwingungen. Die Streifen sind in der Nähe von *F* am schwärzesten, denn dort befinden sich die Strahlen, deren Schwingungen um 180° gedreht sind, wo beide interferirenden Bündel wieder Schwingungen gleicher Richtung haben.

Es folgen nun noch einige Modificationen dieses Versuchs. Vor die Spalte wurde ein Nicol gestellt. Das aus dem Collimator kommende Licht war also linear polarisirt. An der Interferenz-Erscheinung im Spectrum änderte sich nichts. Wurde auch vor das Auge ein Nicol gebracht, so wurden Interferenzlinien auch bei *C* sichtbar, wenn die Hauptschnitte der Nicole geneigt gegen einander waren.

Sie erschienen am dunkelsten, wenn diese Neigung 45° betrug. Waren die Hauptschnitte parallel oder gekreuzt, so verschwanden die Streifen bei *C* wieder, das Gesichtsfeld blieb aber hell. In den übrigen Theilen des Spectrums bleiben die Streifen sichtbar mit und ohne Nicol vor dem Auge, nur dann nicht, wenn die Nicole gekreuzt sind; das Gesichtsfeld bleibt auch in diesem Fall hell, ausgenommen in der Nähe von *F*. Die Erklärung dieser Fälle ist wohl leicht.

Vor die Spalte wurde endlich ein Fresnel'sches Parallelepiped und davor ein Nicol gestellt. Es konnte so linear, elliptisch und circular polarisirtes Licht in den Apparat geschickt werden. Bei elliptisch polarisirtem Lichte erschienen die Interferenzlinien im ganzen Spectrum und zwar bei *C* um so schwärzere, je näher die elliptische Polarisation der circularen kam. Circular polarisirtes Licht gab vollkommen schwarze Streifen im ganzen Spectrum.

Beim Uebergange von links- zu rechts- circular polarisirtem Lichte fand eine Verschiebung der Interferenzstreifen statt und zwar so, daß jeder Streifen gegen das rothe Ende des Spectrums vorrückte. Ein solches Vorrücken wird durch einen Zuwachs des Gangunterschiedes zwischen den beiden interferirenden Bündeln bewirkt, somit folgt: *In der Richtung der optischen Axe pflanzt sich in einem linksdrehenden Quarz links circular polarisirtes Licht schneller fort, als rechts circular polarisirtes.*

Die beobachtete Verschiebung der Streifen war nur eine sehr geringe. Sie war ungleich für die verschiedenen Streifen, um so größer, je näher ein solcher dem violetten Ende. Im grünen Theile des Spectrums betrug sie nicht ganz die Distanz zweier auf einander folgender Streifen. Rechnet man nach der Fresnel'schen Theorie der Drehung im Quarze die Größe der Verschiebung, so findet man für die Strahlen *C, E, G*: 0,48, 0,77, 1,19, wenn die Distanz zweier Streifen als Einheit genommen wird. Mit diesen Zahlen stimmt also die Beobachtung überein.

Um größere Verschiebungen zu erhalten, kann man das

aus dem Collimator kommende Lichtbündel zur Hälfte durch eine links-, zur Hälfte durch eine rechtsdrehende Platte gehen lassen. Ein solcher Versuch lehrte nun auch, daß *rechts circular polarisirtes Licht in einer rechtsdrehenden Platte sich schneller fortpflanzt, als links circular polarisirtes.*

Eine grössere Verschiebung der Interferenzstreifen erhält man auch schon durch Combination einer Glasplatte und Quarzplatte, wodurch der Gangunterschied zwischen den beiden Bündeln geringer wird, seine Aenderung bei Umkehr des Lichtes aber dieselbe bleibt, als wenn die Glasplatte nicht vorhanden wäre.

Solche Versuche wurden mit Platten von verschiedenen Dicken gemacht. Die grösste Dicke war 10,95 Millim. Die Anzahl der Interferenzstreifen zwischen den Fraunhofer'schen Linien *B* und *H*, welche eine solche Platte liefert, ist 6949. Rechnet man die Gangunterschiede der Strahlen *B* und *H*, so findet man für die ersteren 8611, für die letzteren 15560 Wellenlängen.

Interferenz weisser Strahlen von so grossen Gangunterschieden ist bisher noch nicht dargestellt worden. Das Maximum, welches Fizeau und Foucault bei ihren Versuchen über die Reflexion des Lichtes in dünnen Plättchen erzielten, war ein Gangunterschied von 7394 Wellenlängen für Strahlen von der Linie *G*. Durch obigen Versuch ist dieses bisher erreichte Maximum auf das Doppelte erhöht. Es ist aber kein Zweifel, daß mit der Zahl von 15560 Wellenlängen durchaus nicht die Gränze gefunden, vielleicht ihr auch nicht nahe gekommen ist, da nur die zu geringe Ausdehnung des Spectrums die Erweiterung der Versuche auf Interferenzen von Strahlen mit noch grösseren Gangunterschieden verwehrt.

Diese Versuche geben nun auch einigen Aufschluß über die zweite der oben aufgestellten Fragen nach der Natur des unpolarisirten Lichtes. Sie zeigen nämlich, daß die Schwingungen in einem unpolarisirten Strahle eine grosse Zahl von Wellen in eine und dieselbe Richtung bewahren oder doch nur sehr wenig abweichende Richtungen

besitzen. Die Interferenzlinien erscheinen, wenn planparallele Platten angewendet werden, ganz schwarz. Es müssen daher die Schwingungen nicht nur in der Anzahl von Wellen, welche den Gangunterschied bilden, gleichgerichtet seyn, sondern in noch weit größeren Anzahlen, es müssen jene Theile zweier gegen einander verschobener Strahlen, welche auf einander fallen und Schwingungen verschiedener Richtung enthalten, sich also nicht auszulöschen vermögen, sehr klein seyn gegen jene Theile, welche Schwingungen gleicher Richtung enthalten.

Die Anzahl der aufeinanderfolgenden Wellen, welche Schwingungen von einerlei Richtung enthalten, muß also viele Tausend, sie kann auch Millionen betragen. Bei der großen Zahl von Wellen, die in einer Sekunde durch einen Punkt hindurchgehen, wird es dem Auge auch dann noch nicht gelingen, einen unpolarisirten Strahl in aufeinander folgende polarisirte Strahlenstücke aufzulösen, auch wenn diese meilenlang sind.

Wie die Schwingungsrichtungen hintereinander wechseln, ob continuirlich oder sprungweise, darüber geben obige Versuche keinen Aufschluß, wenn nicht das Vorhandenseyn geradliniger Schwingungen auf einen sprungweisen Wechsel eher hindeutet, als auf einen continuirlichen, da ja auch seine Ursache in dem Prozesse der Lichterzeugung gesucht werden muß.

Diese Versuche wurden zuerst mit Sonnenlicht ausgeführt, später mit Lampenlicht und Drummond'schem Licht mit demselben Erfolge wiederholt. Auch durch Zerstreuung depolarisirtes Licht gab merkwürdiger Weise bei einem Vorversuche dieselben Resultate. Die Prüfung dieses und des Lichtes anderer Quellen werde ich wieder vornehmen, sobald ich im Besitze von passenderen Quarzplatten bin, welche die Anwendung eines weniger ausgedehnten Spectrums erlauben.

Die Schwingungen in einem unpolarisirten Strahle sind gleichmäßig in alle Richtungen zertheilt.

VII. *Eine neue und sehr kräftige thermo-elektrische Säule; von S. Marcus¹⁾.*

In der Sitzung der Wiener Akad. vom 16. März d. J. hat Hr. Marcus über die von ihm erfundene und früher auch der Akademie vorgezeigte Thermo-Säule folgende Mittheilung gemacht²⁾.

1. Die elektromotorische Kraft eines der neuen Thermo-Elemente ist gleich $\frac{1}{33}$ der elektromotorischen Kraft eines Bunsen'schen Zink-Kohlen-Elements und dessen innerer Widerstand gleich 0,4 eines Meters Normaldrahtes.

2. Sechs solcher Elemente genügen schon, angesäuertes Wasser zu zersetzen.

3. Eine Batterie von 125 Elementen entwickelte in einer Minute 25 Cubikcentimeter Knallgas, wobei überdies die Wasserzersetzung unter ungünstigen Verhältnissen stattfand, indem der innere Widerstand der Säule weit größer als der des eingeschalteten Voltameters war.

4. Ein Platindraht von $\frac{1}{2}$ Millim. Dicke, in den Schließungsbogen derselben Kette eingeschaltet, schmilzt.

5. Dreißig Elemente erzeugen einen Elektromagnet von 150 Pfund Tragkraft.

6. Die Strom-Erzeugung geschieht durch Erwärmung nur einer der Contactseiten der Elemente, und durch Abkühlung der zweiten Contactseite mittelst Wasser von gewöhnlicher Temperatur.

Zur Herstellung der in Rede stehenden Batterie ist einerseits die Gewinnung zweier zu einem Thermo-Element sich eignender Elektricitäts-Erreger, andererseits aber eine

1) Hr. Marcus, ein geborner Mecklenburger und in Berliner Werkstätten zum Mechanikus ausgebildet, hat sich schon früher durch Instrumente seiner Erfindung vorthellhaft bekannt gemacht, z. B. durch einen compendiösen magneto-elektrischen Apparat zum Sprengen von Minen mittelst des elektrischen Funken, einen Apparat der von verschiedenen Regierungen (unter anderen von der preussischen in mehreren Exemplaren) angekauft worden ist. (P.)

2) Entnommen aus d. Anzeiger der K. Akad. zu Wien, 1865 No. 8.

derartige Anordnung der einzelnen Elemente, der Wärme- und Abkühlungsvorrichtungen nothwendig, um einen möglichst günstigen Effect zu erzielen. Ersteres bildet den physikalischen, letzteres den constructiven Theil des Problems.

Bei der Lösung der ersten Aufgabe war Hr. M. bestrebt, folgende Punkte zu erreichen.

a) solche Thermo-Elemente zu benutzen, die in der thermo-elektrischen Reihe möglichst weit von einander liegen, dann solche, die

b) große Temperaturdifferenzen zulassen, so daß dies ohne Zuhülfenahme von Eis erreicht wird, was nur geschehen kann, wenn die Stäbe möglichst hohe Schmelzpunkte besitzen;

c) sollten die Materialien, aus denen die Stäbe angefertigt werden, nicht kostspielig und letztere leicht darstellbar seyn, und endlich

d) sollte auch der zu den Elementen verwendete Isolator hohen Temperaturen widerstehen können und genügende Festigkeit und Elasticität besitzen.

Da weder die bisher gebräuchlichen Ketten aus Wismuth und Antimon, noch irgend eine Combination der übrigen einfachen Metalle diesen Bedingungen entsprechen, so benutzte Hr. M. die Thatsache, daß Legirungen in der thermo-elektrischen Reihe nicht zwischen den Metallen stehen, aus denen sie zusammengesetzt sind, und wurde hierdurch zu folgenden Legirungen geführt, welche den oben angegebenen Bedingungen vollständig entsprechen.

Für das positive Metall:

10 Gewichtstheile Kupfer

6 „ „ Zink

6 „ „ Nickel

ein Zusatz von 1 Theil Kobalt erhöht die elektromotorische Kraft.

Für das negative Metall:

12 Gewichtstheile Antimon

5 „ „ Zink

1 „ „ Wismuth

Durch öfteres Umschmelzen wird die elektromotorische Kraft der Legirung erhöht;

oder: Argentan, unter dem Namen Alpacca aus der Triestinghofer Metallwaarenfabrik mit dem oben bezeichneten negativen Metall in Verbindung:

oder: als positive Legirung:

65 Gewichtstheile Kupfer

31 " Zink

und als negative:

12 Gewichtstheile Antimon

5 " Zink

Beide Stäbe werden nicht aneinander gelöthet, sondern durch Schrauben verbunden.

Das positiv elektrische Metall schmilzt bei etwa 1200° C., das negative bei etwa 600°.

Da bei diesem Elemente nur die Erwärmung des positiven Metalls auf die Elektrizitäts-Entwicklung von Einfluss ist, so ist die Einrichtung getroffen, dass nur dieses erwärmt wird, während das negative Metall, welches mit jenem in Contact steht, die Wärme nur mitgetheilt erhält. Durch diese Anordnung wird es möglich Temperaturen über 600 Grad anwenden zu können, und in Folge derselben größere Temperaturdifferenzen zu erzielen.

Ein interessanter Beleg für die hierbei stattfindende Umwandlung der Wärme in Elektrizität ist der, dass das Wasser, welches zur Abkühlung der zweiten Contactstelle des Elementes dient, sich sehr langsam erwärmt, so lange die Kette geschlossen bleibt, dass die Erwärmung aber ziemlich schnell erfolgt, wenn dieselbe geöffnet wird.

Die in Rede stehende Thermosäule wurde mit Rücksicht auf die Anwendung einer Gasflamme construirt. Die einzelnen Elemente bestehen aus Stäben von ungleichen Dimensionen; der positiv elektrische Metallstab ist 7" lang, 7" breit und $\frac{1}{4}$ " dick, der negative 6" lang, 7" breit und 6" dick. 32 Elemente verschraubt Hr. M. in der Weise miteinander, dass alle positiven Stäbe auf der einen, und alle negativen auf der andern sich befinden, und so die

Form eines Gitters bilden. Die Säule besteht nun aus zwei solchen Gitterwänden, welche dachförmig aneinander geschraubt und durch eine Eisenstange verstärkt sind. Als Isolator zwischen der Eisenstange und den Elementen wird Glimmer benutzt. Außerdem werden die Elemente, namentlich dort, wo sie mit dem Kühlwasser in Berührung kommen, mit Wasserglas bestrichen.

Zur Abkühlung der unteren Contactseiten der Elemente dient ein thönernes mit Wasser gefülltes Gefäß.

Die ganze Säule hat eine Länge von zwei Fufs, eine Breite von 6 Zoll und eine Höhe von 6 Zoll.

Hr. M. theilte ferner mit, dafs er eben einen Ofen ausgeführt habe, welcher für 768 Elemente berechnet ist. Dieselben repräsentiren eine Bunsen'sche Zink-Kohlen-Kette von 30 Elementen und consumiren pro Tag 240 Pfund Kohle (2 Gulden 40 Kreuzer). Schliesslich bemerkt er, dafs wenngleich er nicht der Meinung sey, mit dieser Säule schon das von ihm angestrebte Ziel erreicht zu haben, er doch glaube, dafs dieselbe den Weg bezeichne, der weiter zu verfolgen sey¹⁾.

VIII. *Ueber einige Thermo-Elemente von grosser elektromotorischer Kraft; von J. Stefan.*

(Aus d. Anzeiger d. Wien. Akad. 1865 No. IX.)

Es wurden bei Gelegenheit der Untersuchung der von Marcus construirten Thermosäule einige Mineralien, die eben zur Hand waren, auf ihr thermo-elektrisches Verhalten bei hohen Temperaturen geprüft. Das Verfahren war

1) Die Wiener Akademie hat Hrn. Marcus in Anbetracht der Wichtigkeit der von ihm gemachten Erfindung und damit dieselbe zum Gemeingut werde, einen Betrag von 2500 Gulden bewilligt.

folgendes: Das zu untersuchende Mineral wurde auf das Ende eines Kupferstreifens, auf das Mineral das Ende eines Drahts gelegt, und das Ganze mit einer Zwingge zusammengedrückt. Dieser Draht und ein von dem freien Ende des Kupferstreifens ausgehender führen zu einem Galvanometer mit großem Widerstand. Der Kupferstreifen wird durch eine Weingeistflamme erwärmt. Um zwei beliebige Mineralien zu einem Thermo-Elemente zu verbinden, wurde ein Kupferstreifen zwischen beide gebracht, an ihre abgewendeten Seiten Drähte angelegt und das Ganze mit einer Holzzwingge zusammengedrückt. Der freie Fortsatz des Kupferstreifens wurde in die Flamme gebracht, diente also nur als Zuleiter von Wärme zur Berührungsstelle. In der folgenden Aufzählung der Elemente ist immer der elektro-positive Körper vorangestellt. Die dabei stehende Zahl bedeutet, wie viele der betreffenden Elemente eine elektromotorische Kraft liefern, welche gleich ist der einer Daniell'schen Zelle.

1. Blättriger Kupferkies — Kupfer: 26
2. Compacter Kupferkies — Kupfer: 9
3. Pyrolusit — Kupfer: 13
4. Compacter Kupferkies — Blättriger Kupferkies: 14
5. Kupfer — Krystallisirter Kobaltkies: 26
6. Körniger Kobaltkies — Kupfer: 78
7. Kupfer — Schwefelkies: 15,7
8. Compacter Kupferkies — Schwefelkies: 6
9. Blättriger Kupferkies — Schwefelkies: 9,8
10. Kupfer — Buntkupfererz: 14
11. Feiner Bleischweif — Kupfer: 9,8
12. Grober Bleischweif — Kupfer: 9
13. Bleiglanz in großen Krystallen — Kupfer: 9,8
14. Bleischweif — Buntkupfererz: 5,5

Kupferkies und Pyrolusit wurden schon von Bunsen untersucht¹⁾. Seine mit ausgesuchten Exemplaren gemach-

1) Diese Ann. Bd. CXXIII, S. 505. (P.)

ten Versuche lieferten Zahlen, welche mit denen in 2 und 3 übereinstimmen. Aus 1, 2 und 4 ersieht man den großen Einfluss der Structur auf das thermo-elektrische Verhalten. Noch mehr zeigt sich dieser Einfluss in 5 und 6. Während krystallisirter Kobaltkies sich gegen Kupfer stark negativ verhält, ist amorpher dagegen schwach positiv. Noch auffallender ist die folgende Erscheinung. Der in 13 aufgeführte Bleiglanz bestand aus einer Gruppe von Krystallen: Hexaëdern combinirt mit Octaëdern. Eine Gruppe von reinen Hexaëdern erwies sich gegen Kupfer negativ an einigen Stellen, an anderen positiv ¹⁾.

Das in 14 aufgeführte Element hat von allen bisher untersuchten die stärkste elektromotorische Kraft. Von den von Marcus construirten Elementen gehen bei der höchsten zulässigen Temperatur 18 auf ein Daniell'sches. Die untersuchten Mineralien sind jedoch ziemlich schlechte Leiter, was einer vielseitigen Anwendung der aufgezählten Elemente hinderlich ist. Um so wichtiger sind aber die

- 1) Bei dieser Gelegenheit sey es erlaubt, die merkwürdigen, aber leider noch immer nicht vollständig veröffentlichten Beobachtungen in Erinnerung zu bringen, von denen Marbach i. J. 1857 in den *Compt. rend. T. XLV*, p. 707 eine kurze Notiz gegeben hat. Dieses zufolge zerfallen die Krystalle sowohl des Schwefelkieses (FeS_2) als des Glanzkobalts ($\text{CoS}_2 + \text{CoAs}_2$) in zwei Classen, die sich durch chemische Beschaffenheit oder Krystallform nicht unterscheiden, wohl aber durch ihr thermo-elektrisches Verhalten. Sie mit α und β bezeichnend, giebt M. folgende Reihe, vom Negativen zum Positiven gezählt:

— Schwefelkies α , Glanzkobalt α , Bismuth, Neusilber, Platin, Blei, Kupfer, Messing, Silber, Kadmium, Eisen, Antimon, Glanzkobalt β , Schwefelkies β +

Neuerdings hat auch Hr. E. Becquerel gefunden, daß Schwefelkupfer (Cu_2S), gebildet durch Zusammenschmelzen von Schwefel und Kupfer, mit dem gegen dasselbe negative Kupfer eine Thermokette bildet, von denen 10 Elemente bei einer Temperaturdifferenz von 300 bis 400° C. einer Daniell'schen Kette in elektromotorischer Kraft gleich kommen. Doch muß es dazu einen faserigen Bruch haben; orbitat man es bei seiner Darstellung zu stark oder schmilzt es mehrmals um, so daß es eine homogene Masse bildet, so hat es seine Kraft fast ganz verloren (*Compt. rend. LX*, 313).

gewonnenen Resultate für die Physik der Erde, weshalb diese Untersuchungen, sobald ein ausgedehnteres Material herbeigeschafft seyn wird, werden fortgesetzt werden.

IX. Ueber das Absorptionsspectrum des Didyms, des Erbiums und des Terbioms; von Hrn. M. Delafontaine.

(Aus einer Arbeit über den Cerit und Gadolinit in d. *Archiv de la Bibl. univ. T. XXII*; vom Hrn. Verf. mitgetheilt.)

Das zuerst von Hrn. Gladstone beschriebene Absorptionsspectrum des Didyms ist den Chemikern wohl bekannt, nicht aber das des Terbioms und Erbiums. Hr. Bahr, dem man die Entdeckung beider verdankt, hat sie zwar der Stockholmer Akademie vorgelegt, allein sie in der *Oefversigt af Kongl. Vetensk. Acad. Förhandlingar* nur angedeutet.

Ich habe es für nützlich gehalten, die detaillirte Beschreibung dieser drei Spectren zu vereinigen, da die Kenntniß derselben zur Unterscheidung des Erbium-, Terbium- und Didymoxyd so werthvoll ist.

Eine sehr verdünnte Lösung von salpetersaurem Didymoxyd, bei einer Dicke von 7 oder 8 Centim. untersucht, zeigt drei schwarze wenig scharfe Striche, welche ich in Fig. 13 Taf. V mit *a*, *b*, *c* bezeichnet habe. In soweit fällt dieses Spectrum mit dem des Terbioms zusammen, sodafs man darnach das Daseyn des letzteren Metalls in Zweifel ziehen könnte; allein das Nitrat des Terbioms, selbst zu einem klaren Glase geschmolzen, läfst keinen neuen Strich erscheinen; es werden blofs die anderen etwas breiter und viel schwärzer. Dem ist aber nicht so beim Didym; wenn ein Theil des Wassers durch Abdampfen vertrieben worden ist, verwandeln sich die obigen drei Striche in sehr

dunkle Streifen, und zugleich entstehen vier andere, die ich mit den Buchstaben *d*, *e*, *f*, *g* bezeichnet habe. Das Ganze stellt das gewöhnliche Didymspectrum dar; indess kann man mit sehr concentrirten Lösungen noch die Linien *h*, *i* und eine oder zwei andere schwer zu unterscheidende im Violett, beobachten. Das Erbium giebt gewöhnlich fünf Striche und Streifen und acht, wenn es die Form eines dicken Syrups hat. Er^a bleibt selbst nach Verschwindung aller übrigen.

Wie gesagt ist das Terbium durch drei Streifen charakterisirt, von denen bloß zwei sehr deutlich sind; der dritte Tr^a läßt sich schlecht erkennen¹⁾.

Indem ich die Lagen mittelst einer Scale bestimmte, auf welcher Na = 27, Li^a = 10 und Tl = 43 war, fand ich:

Di ^a = 9	Tr ^a = 30 — 32	Er ^a = 9
" = 19	" = 48 — 50	" = 14
" = 28 — 32	" = 85 — 89	" = 16
" = 48 — 50		" = 42
" = 54 — 55		" = 44
" = 66 — 67		" = 48 — 50
" = 70		" = 65
" = 73 — 75		" = 85 — 90
" = 85 — 91		

Darüber hinaus sind die Lagen unsicher, ausgenommen vielleicht *k* = 167 — 110.

Wie man sieht, sind zwei der Streifen den drei Elementen gemein (Di^a, Tr^a, Er^a und Di^c, Tr^c, Er^c) und Er^c fällt mit Di^a zusammen.

1) Vielleicht gehört er ihm nicht einmal an.

**X. Wellenlänge der blauen Indiumlinie;
von J. Müller.**

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den Berichten über J. Verhandl. d. Gesellschaft, z. Befördr. d. Naturwiss. zu Freiburg im Breisgau.)

Als die HH. F. Reich und Th. Richter in Freiberg unreines Chlorzink, welches aus Zinkblende erhalten worden war, in die farblose Flamme des Bunsen'schen Gasbrenners brachten und die dadurch gefärbte Flamme mit dem Prisma analysirten, zeigte das Spectrum eine *blaue Linie*, welche bis dahin noch nicht beobachtet worden war. Eine nähere Untersuchung ergab, daß diese blaue Linie einem bis dahin unbekannten Metall angehörte, welchem seine Entdecker den Namen *Indium* beileigten und über welches sie in dem Journ. f. prakt. Chemie von Erdmann und Werther Bericht erstatteten¹⁾.

Hr. Prof. Reich hatte die Güte mir ein kleines Stückchen *metallischen Indiums* so wie eine kleine Quantität *Schweifselindiums*, welches die Spectrallinie des fraglichen Metalls am dauerndsten zeigt, mitzutheilen, um die Wellenlänge dieser Spectrallinie zu bestimmen.

Ich habe diese Bestimmung nach der Methode und mit Hülfe des Gitters ausgeführt, welche im ersten Hefte des dritten Bandes dieser Berichte auf S. 29 besprochen wurden²⁾, und bin auf diesem Wege zu folgenden Resultaten gelangt:

Ind. α 1 rechts	63° 33'
Ind. α 1 links	52 6
daraus $x = 5^{\circ} 43,5'$ und $\lambda = 0,0001995''$	
Ind. α 2 rechts	69° 25'
Ind. α 2 links	56 25
und daraus $y = 11^{\circ} 31,5'$ und $\lambda = 0,0001998''$	
also im Mittel	

1) Bd. XC, S. 172 und Bd. XCII, S. 480. (P.)

2) Auch diese Ann. Bd. CXVIII, S. 641. (P.)

$$\lambda = 0,00019965''$$

$$\text{oder } \lambda = 0,000155'''$$

Mit dem Prisma zerlegt zeigt die durch Indium gefärbte Flamme zwei blaue Linien von denen die eine, sehr lichtstarke, ganz in der Nähe der blauen Strontiumlinie liegt (etwas nach dem violetten Ende des Spectrums hin), während die zweite noch brechbarere so viel lichtschwächer ist, daß sie im Gitterspectrum gar nicht wahrgenommen werden kann.

XI. Gegenbemerkungen über die Form des Horopters; von Dr. Ewald Hering.

Die in Bd. CXXIII S. 158 dies. Ann. von Hrn. Helmholtz mitgetheilten *Bemerkungen über die Form des Horopters* nöthigen mich zu einigen Gegenbemerkungen.

In Bd. III, S. 51 der *Verhandl. des naturhist.-medic. Vereins zu Heidelberg* hatte der geschätzte Forscher den Horopter definirt als Durchschnitt einer Fläche zweiten mit einer vierten Grades und schliesslich, ohne übrigens die Projectionen der Curve entwickelt oder sonstige Mittheilungen über ihre Eigenschaften gemacht zu haben, nur Folgendes von derselben angegeben:

»Die Curve besteht aus zwei Zweigen, die in der Nähe des Fixationspunktes sich einander nähern. wie die beiden Zweige einer Hyperbel in der Nähe ihres Scheitels«.

Da nun die wirkliche Horoptercurve nur aus einem Zweige besteht, ich mich aber schwer zu der Annahme entschliessen konnte, daß der ausgezeichnete Forscher sich geirrt habe, so erwog ich (Beiträge z. Physiol. IV. Heft S. 245) ausdrücklich, ob etwa seine Angabe, daß die Curve zwei Zweige habe, nur eine *physiologische Licenz* insofern

sey, als er ohne Rücksicht auf den mathematischen Sprachgebrauch unter „Zweigen“ nur die beiden *Bruchstücke* der Curve gemeint habe, welche praktisch allein in Betracht kommen können. Doch mußte ich mich entschieden dagegen erklären. Denn erstens, so reflectirte ich, hätte der geübte Mathematiker wohl nicht diese Bruchstücke mit den *wahren Zweigen* einer Hyperbel verglichen; zweitens hätte er in dem speciellen Falle, wo die Curve in einen Kreis und eine Gerade übergeht, nicht von einem Kreise, sondern nur von dem *Kreisfragmente* sprechen dürfen, welches der Analogie nach allein in Betracht käme; drittens hätte er, wäre ihm die wahre Horoptercurve genau bekannt gewesen, nicht von den beiden erwähnten Bruchstücken aussagen dürfen, daß die Stelle ihrer größten Näherung in der Nähe des Fixationspunktes liege, da dies durchaus nicht immer der Fall ist. Dazu kam, daß Hr. Helmholtz, obwohl er die beiden Flächen, welche er zur Bestimmung des Horopters benutzte, sehr ausführlich discutirt hatte, doch auf die Discussion der Curve selbst, d. h. auf die Hauptsache gar nicht einging, vielmehr den Leser, indem er die Curve kurz als Durchschnitt der beiden Flächen definirte in dem Wahne liefs, dieselbe sey achten Grades, während sie in Wirklichkeit nur dritten Grades ist, und endlich der Umstand, daß die Durchschnittslinie der beiden von Hrn. Helmholtz benutzten Flächen sich in der That, wie ich (l. c.) gezeigt habe, in zwei Zweige nämlich in zwei Curven dritten Grades zerlegen läßt¹⁾.

Demnach war ich *berechtigt*, das Allgemeinergebnis jener Arbeit für falsch zu erklären.

Mein verehrter Gegner meint zwar, ich hätte übersehen, daß der zwischen den beiden Kreuzungspunkten der Richtungslinien innerhalb des Kopfes gelegene Theil der Curve nicht Horopter seyn könne, und sucht demgemäß meine Polemik gegen seine Angabe aus einem meinerseits began-

1) Jene Durchschnittslinie ist nämlich, wie ich gezeigt habe, nicht achten, sondern nur sechsten Grades, was in der Besonderheit der gegenseitigen Lage der beiden Flächen (zweiten und vierten Grades) begründet ist.

genen Fehler zu erklären, indess beruht dieser Erklärungsversuch lediglich auf einem Versehen seitens des geschätzten Forschers. Hätte ich auch wirklich nicht von selbst Anlaß genommen, mir die Bedeutung des erwähnten Curvenstückes klar zu machen, so hätte doch die irrige Angabe, die Hr. Helmholtz über dasselbe machte, und welche ich selbst (l. c.) berichtigt habe, genügende Veranlassung dazu gegeben. Es schneiden sich in dem erwähnten Curventheile nicht, wie Hr. Helmholtz früher meinte, symmetrische Richtungslinien, sondern, wie derselbe jetzt selbst richtig angiebt, correspondirende Richtungslinien, freilich aber offenbar mit nicht entsprechenden Hälften, d. h. die vordere Hälfte der einen mit der hintern der andern¹⁾. Da mir dieß von vornherein bekannt war, wie es denn überhaupt vielleicht bei analytischer, nicht wohl aber bei rein geometrischer Behandlung des Problems übersehen werden kann: so definirte ich den Horopter nicht wie üblich als die Gesamtheit der Punkte, welche sich auf correspondirenden Netzhauptpunkten abbilden, sondern ausdrücklich (l. c. S. 225) »als die Gesamtheit der Punkte, in denen sich correspondirende Richtungslinien schneiden«, gleichviel also ob mit entsprechenden oder nicht entsprechenden Hälften. Hiermit schnitt ich allen derartigen Einwendungen

- 1) Wenn wir eine so platte Nase und so vorstehende Augen hätten, um einen in dem fraglichen Curventheile gelegenen Punkt sehen zu können, so würden doch, meint Hr. Helmholtz, die Bilder dieses Punktes nicht auf entsprechende, sondern auf entgegengesetzte Hälften der Netzhäute fallen. Hierbei vergißt der geschätzte Forscher abermals, daß die Netzhäute bestenfalls nur als Hemisphären einzuführen sind, deren Mittelpunkt das *foramen ovale* ist, und daß also die beiden Richtungslinien eines der bezüglichen Punkte die Netzhäute (nicht die Augäpfel überhaupt) nur an correspondirenden Punkten schneiden könnten, wobei freilich das eine *Bild* auf eine nicht von Netzhaut bekleidete Stelle der innern Augapfelfläche fallen würde. Verlegt man aber die geometrische Mitte der Netzhauthemisphäre in den blinden Fleck, so kann von einem binocularen Sehen der auf dem erwähnten Curvenstücke gelegenen Punkte ebensowenig die Rede seyn. Die von Hrn. Helmholtz angestellte Betrachtung postulirt also eine theoretische Unmöglichkeit, ganz abgesehen von der practischen, auf die es hier nicht ankommen kann.

Ich
stands
Poggen

gen, wie sie Hr. Helmholtz jetzt wirklich erhoben hat, von vornherein die Berechtigung ab. Diese ist dem geschätzten Forscher entgangen. Ueberdies ist diese Definition des Horopters deshalb die angemessenste, weil durch sie die mathematische Continuität der Curve erhalten bleibt, practisch wesentliche Mißverständnisse aber selbst für den Unbedachtsamen aus derselben nicht entstehen können, insofern es sich von selbst versteht, daß innerhalb des Kopfes nichts Sichtbares liegen kann.

Ich darf also sowohl den Vorwurf einer nicht vollständig berechtigten Polemik, als auch den eines meinerseits begangenen Fehlers durchaus zurückweisen. Auf diese beiden Punkte aber beschränkt sich die Entgegnung des geschätzten Forschers.

Uebrigens ist meine Hochachtung vor dem Scharfsinne und der gründlichen Gelehrsamkeit des genialen Physiologen viel zu groß, als daß ich wagen sollte, jemals anders als auf Grund der sorglichsten Untersuchung und gewissenhaftesten Prüfung seine Angaben zu bestreiten. Wenn gleichwohl die zahlreichen zwischen uns schwebenden Streitfragen meinem scharfsinnigen Gegner Gelegenheit geben sollten, mir einen *wirklichen* Irrthum nachzuweisen, so werde ich jede Berichtigung dankbar annehmen. Denn von wem sollte ich lieber Belehrung empfangen, als von ihm, den ich, wenngleich ohne die Gunst persönlicher Bekanntschaft, als meinen Lehrer verehere und immer verehren werde?

XII. *Etalon für elektrischen Widerstand.*

(Schreiben des Hrn. Fleming Jenkin an den Herausgeber.)

6 Duke Street Adelphi London W. C. 10 März 1865.

Gehrter Herr!

Ich beehre mich Ihnen anzuzeigen, daß der Widerstands-Etalon zur Bestimmung des elektrischen Widerstan-

Poggendorff's Annal Bd. CXXIV.

des, construirt nach den Untersuchungen des zu diesem Zwecke von der »British Association« im Jahre 1861 ernannten Comités, nun durch mich, als Secretär, zu beziehen ist.

Der Preis des Etalon's stellt sich auf 2 Lstrl. 10 Shl. und es wird derselbe nach Empfang des Betrages abgeschickt.

Das Normalmaafs ist eine möglichst genaue Annäherung an die von W. Weber in seinem »absoluten elektromagnetischen System« gebrauchten $10000000 \frac{\text{Metres}}{\text{Sekunden}}$ und es stützt sich dasselbe auf neue und sorgfältige Versuche, welche einige der Comité-Mitglieder zu diesem Zwecke anstellten.

Das Drahtgewinde besteht aus einer Platinsilberlegirung und hat eine Form, welche den Apparat zu den genauesten Versuchen geeignet macht.

Der Mangel eines allgemein anerkannten Normalmaafses für die Bestimmung des elektrischen Widerstandes wurde allgemein gefühlt und dieses Bedürfnis verursachte die Ernennung dieses Comité's. Ich spreche nun in dessen Namen die Hoffnung aus, daß die Motive, welche zur Annahme des erwähnten Normalmaafses führten und welche ausführlich in den publicirten Berichten beschrieben sind, Ihre Anerkennung erhalten und Sie veranlassen mögen mitzuwirken diesem neu aufgestellten Normalmaafs allgemeine Anwendung zu verschaffen.

Ich verbleibe in aufrichtiger Hochachtung
Ihr ergebener Diener

Fleeming Jenkin.

XII. Etalon für elektrischen Widerstand.
Dieses Etalon ist ein Drahtgewinde aus einer Platinsilberlegirung, welches nach dem Normalmaafs von 10000000 Metres per Sekunde construirt ist.

**XIII. Zwei Abänderungen zu dem Aufsatz: Ueber
den Hydrophan von Czerwenitza;
von E. Reusch¹⁾.**

Statt der Stelle (S. 442 Z. 11 v. u.) »Die mit den Fingerspitzen berührten . . . durch eine helle Linie getrennt sind,« ist zu setzen: Hält man die Platte am Rande an zwei diametralen Stellen zwischen den Fingerspitzen, so beginnen die Dendriten gewöhnlich an den nicht berührten Theilen des Randes und es laufen dann zwei Systeme gegen einander, die beim Zusammentreffen durch eine helle Linie getrennt sind.

Und auf S. 444 Z. 17 v. u. statt der Stelle: »Die Luft, welche während des kurzen Verweilens . . . sofort erfüllt« ist zu setzen: Die hierzu nöthige Luft scheint mit besonderer Leichtigkeit durch den nicht polirten rauhen Rand, vielleicht durch zufällig gröfsere Poren, oder durch zufällig besser abgetrocknete Stellen, den Weg ins Innere zu finden; Kritze auf der polirten Oberfläche begünstigen das Auftreten einzelner Blumen längs dem Kritze. Dafs die Dendriten an dem in Wasser getauchten Steine nicht erscheinen, rührt natürlich davon her, dafs das umgebende Wasser die Hohlräume im Moment ihres Entstehenwollens sofort erfüllt.

- 1) Leider erhielt ich diese Abänderungen vom Hrn. Verf. erst, nach dem der Aufsatz schon gedruckt war. — In dem Begleitschreiben an mich fügt derselbe noch hinzu: »Unterdessen habe ich die Freude gehabt, dafs sich Thomas Graham lebendig für den Hydrophan interessirt hat. Ich habe für ihn etliche Platten geschliffen und, nach seinem letzten Schreiben, wäre der Hydrophan das beste Septum für Gasdiffusion, das er je versucht habe. Namentlich fallen gewisse Anomalien weg, welche Gyps und Graphit zeigen. In Wahrheit wird es schwer halten, einen Körper von normalerer Porosität zu finden. Leider ist das Material vor der Hand selten.«

(P.)

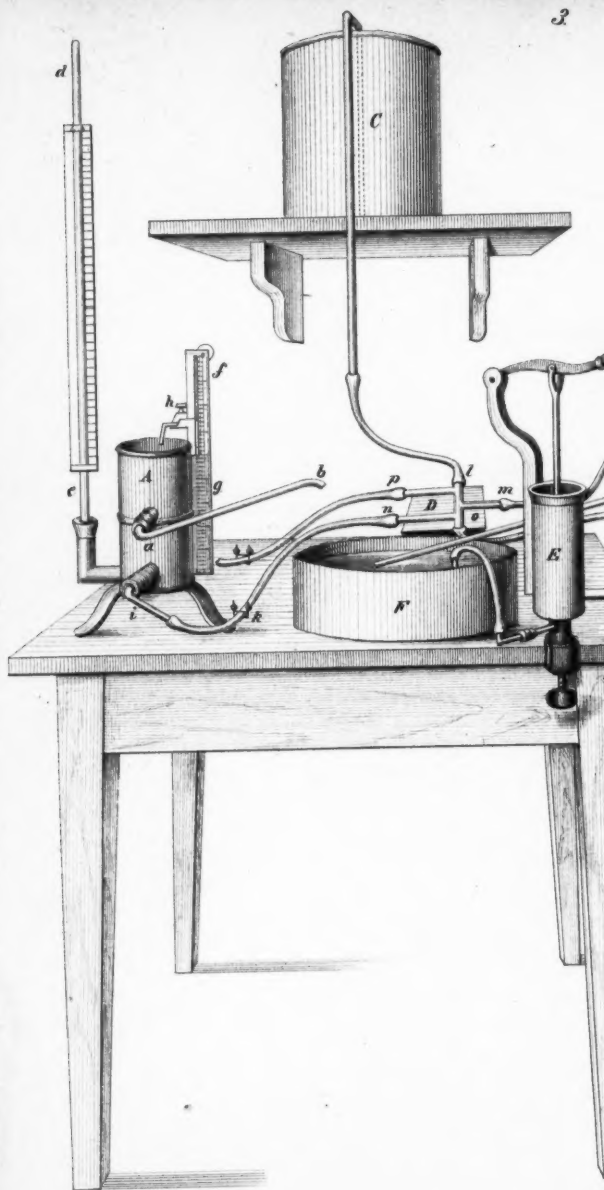
XIV. Ueber eine Eigenschaft des Schwefels.

Hr. Dietzenbacher, der früher (*Compt. rend T. LVI* p. 39) die Beobachtung gemacht, daß der mit $\frac{1}{400}$ Iod erhitzte Schwefel nach dem Erkalten eine weiche, plastische und größtentheils in Schwefelkohlenstoff unlösliche Masse bildet, veröffentlicht jetzt (*Ibid. T. LX, p. 353*) gemeinschaftlich mit Hrn. Moutier eine Notiz, gemäß welcher auch Naphthalin, Paraffin, Kreosot, Terpentinöl und besonders Kampher, bei Zusatz von $\frac{1}{400}$ bis $\frac{1}{600}$ denselben Einfluß auf den Schwefel ausüben, der erst sehr langsam in seinen gewöhnlichen Zustand zurückkehrt. Oel und Wachs liefern dagegen einen weichen Schwefel, der vollständig in Schwefelkohlenstoff löslich ist. Kampher bewirkt die Umänderung schon bei 230°, Naphthalin und Terpentinöl verlangen dazu eine viel höhere Temperatur. Auch Ruß von Zucker- oder Holzkohle, zu $\frac{1}{1000}$ dem Schwefel zugesetzt, verwandelt denselben bei 270° C. in eine nach dem Erkalten blauschwarze, weiche, plastische und theilweis in Schwefelkohlenstoff unlösliche Masse. Bei 270° ist dieser kohlehaltige Schwefel viel dünnflüssiger als der gewöhnliche, und mehrmals umgeschmolzen treten seine physikalischen Eigenthümlichkeiten noch mehr hervor.

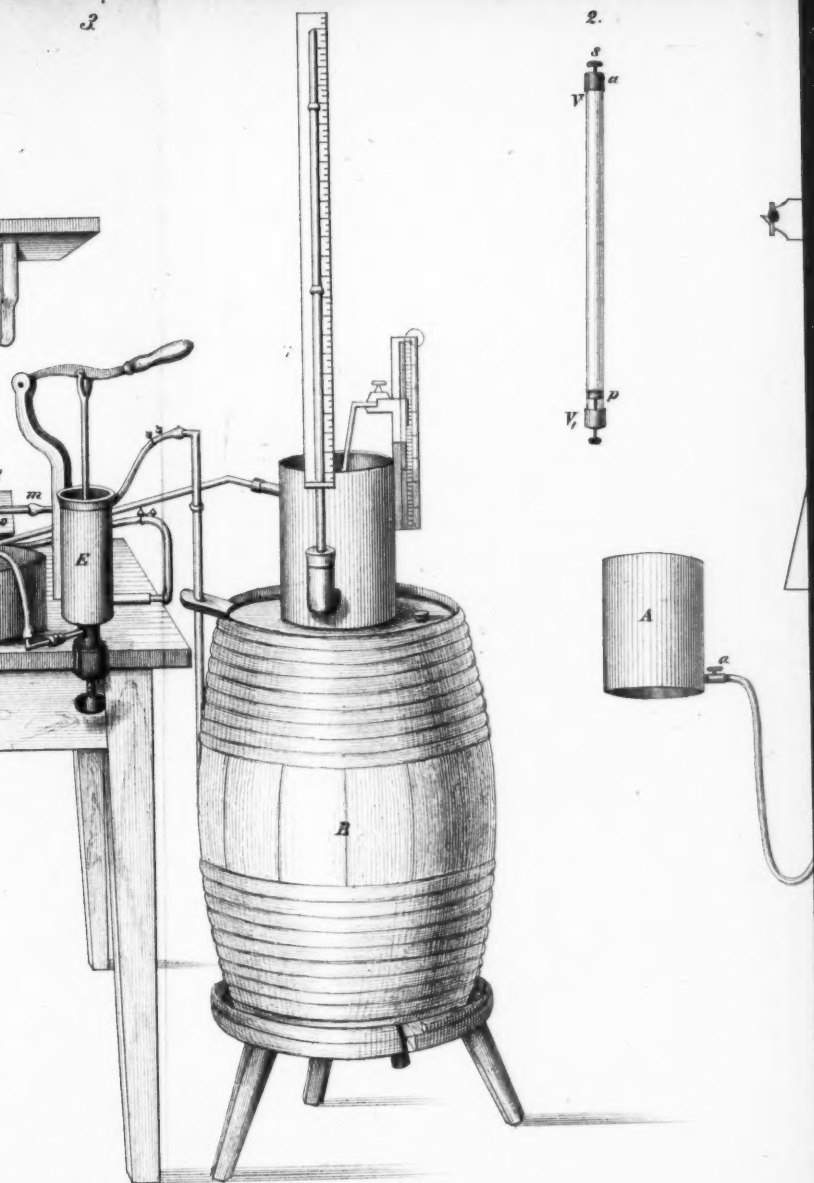
I
r-
e
e
a-
h
rs
if
n
e-
in
n-
r-
on
zt,
r-
in
er
n-
li-

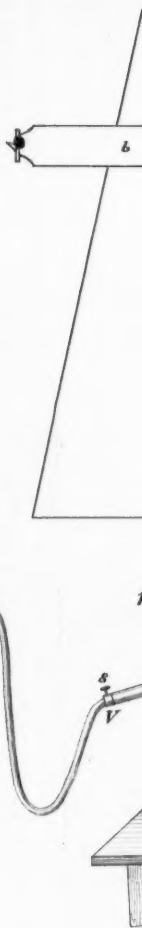
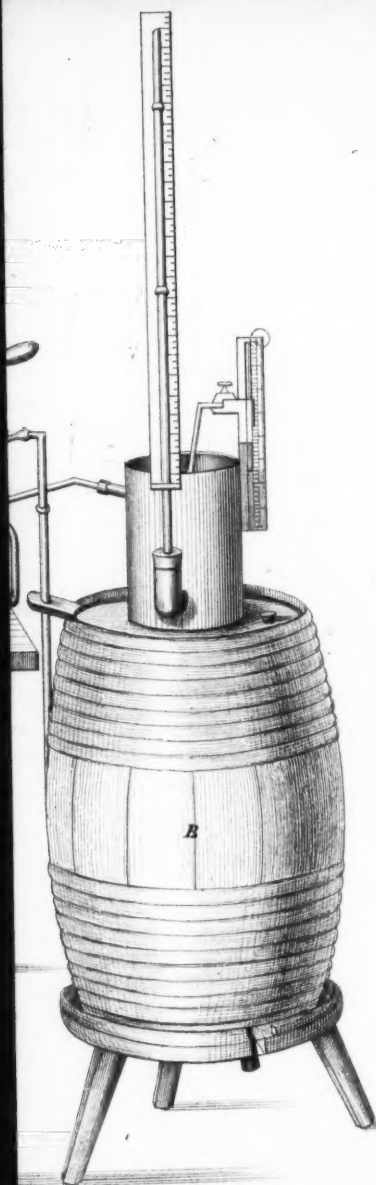
11

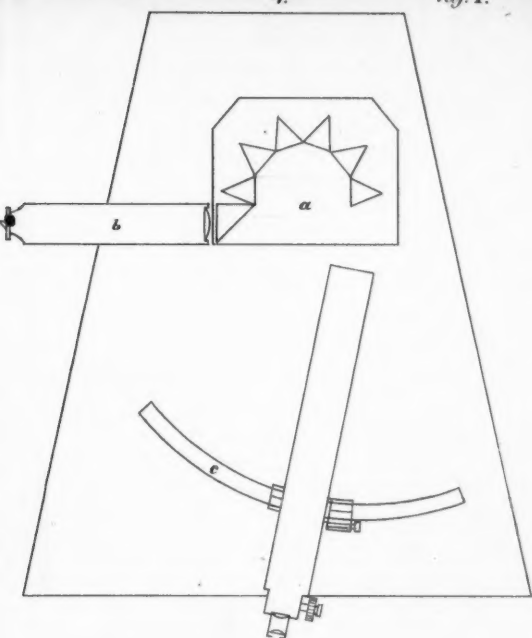
1



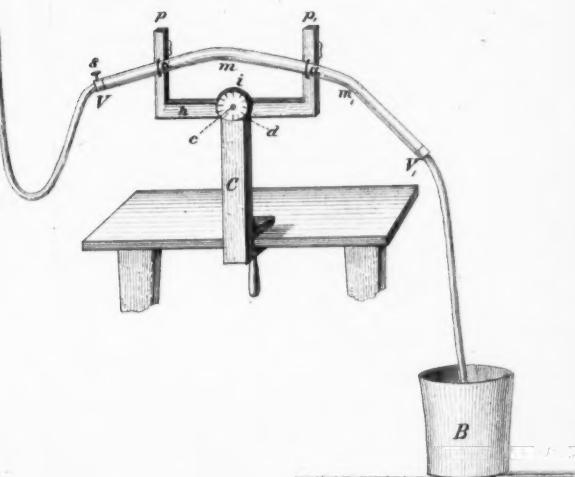
el. Schütze im Stein get.







1.



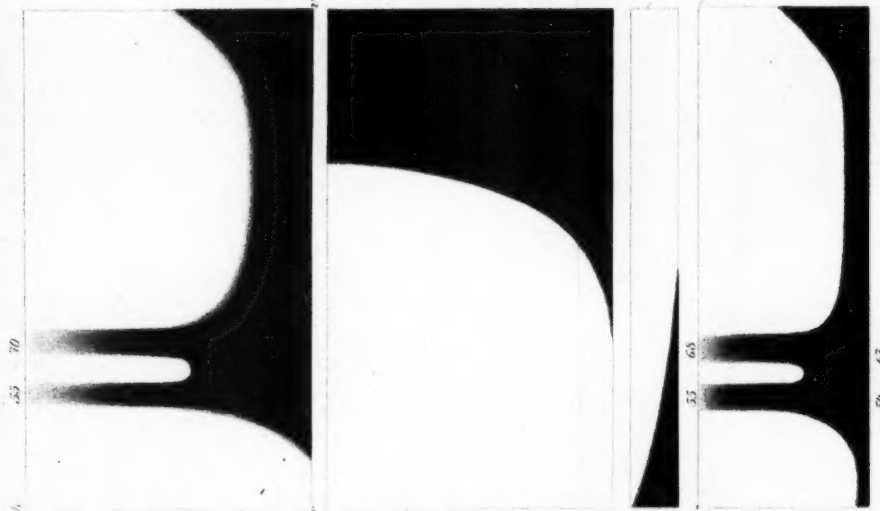
VII.



I.

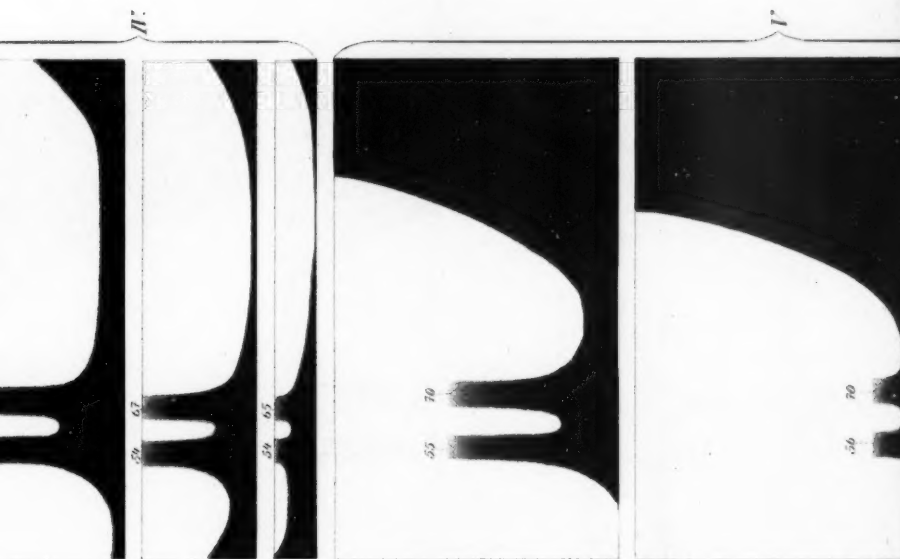
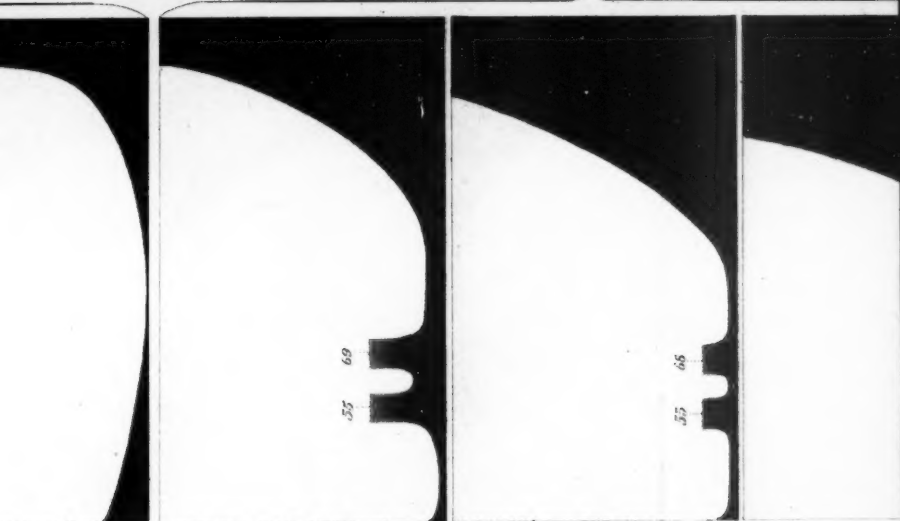
II.

III.

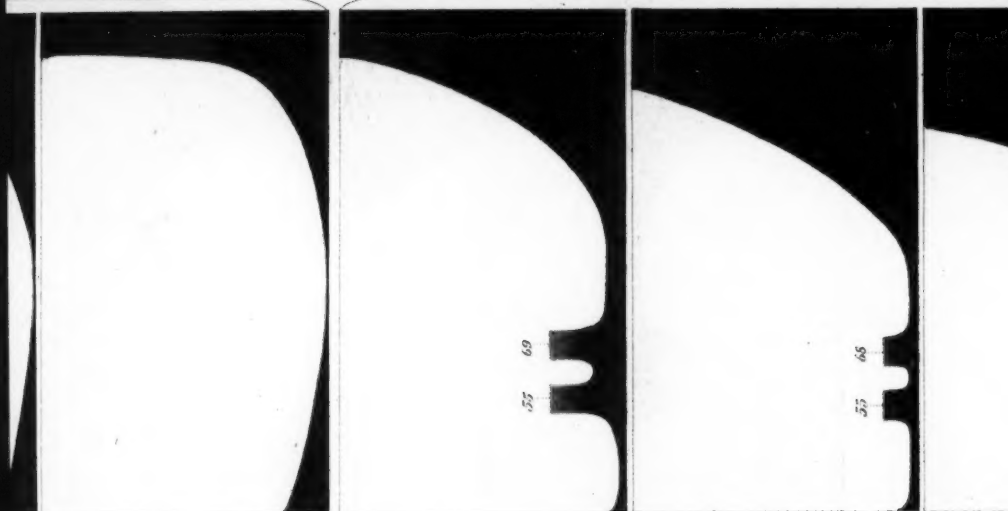


55 70

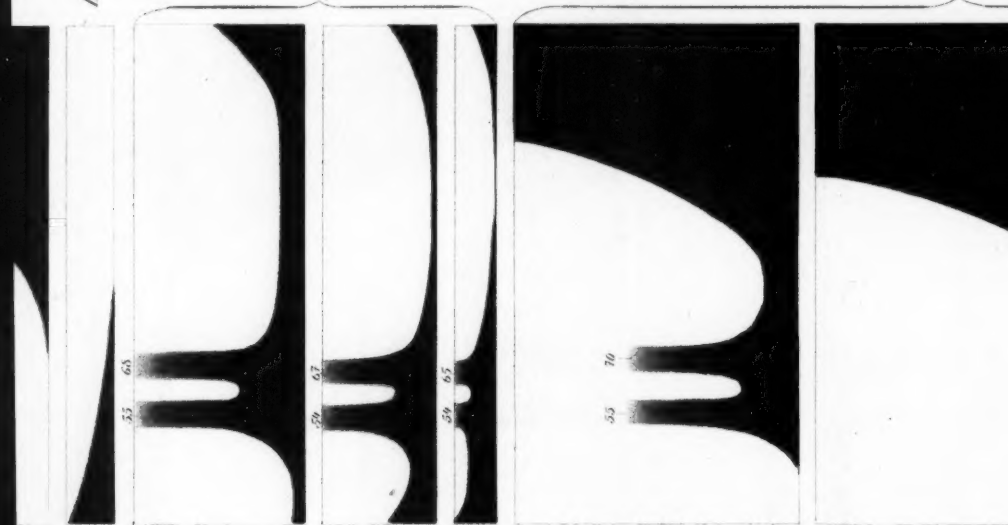
55 65



VII.



I.

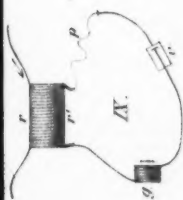


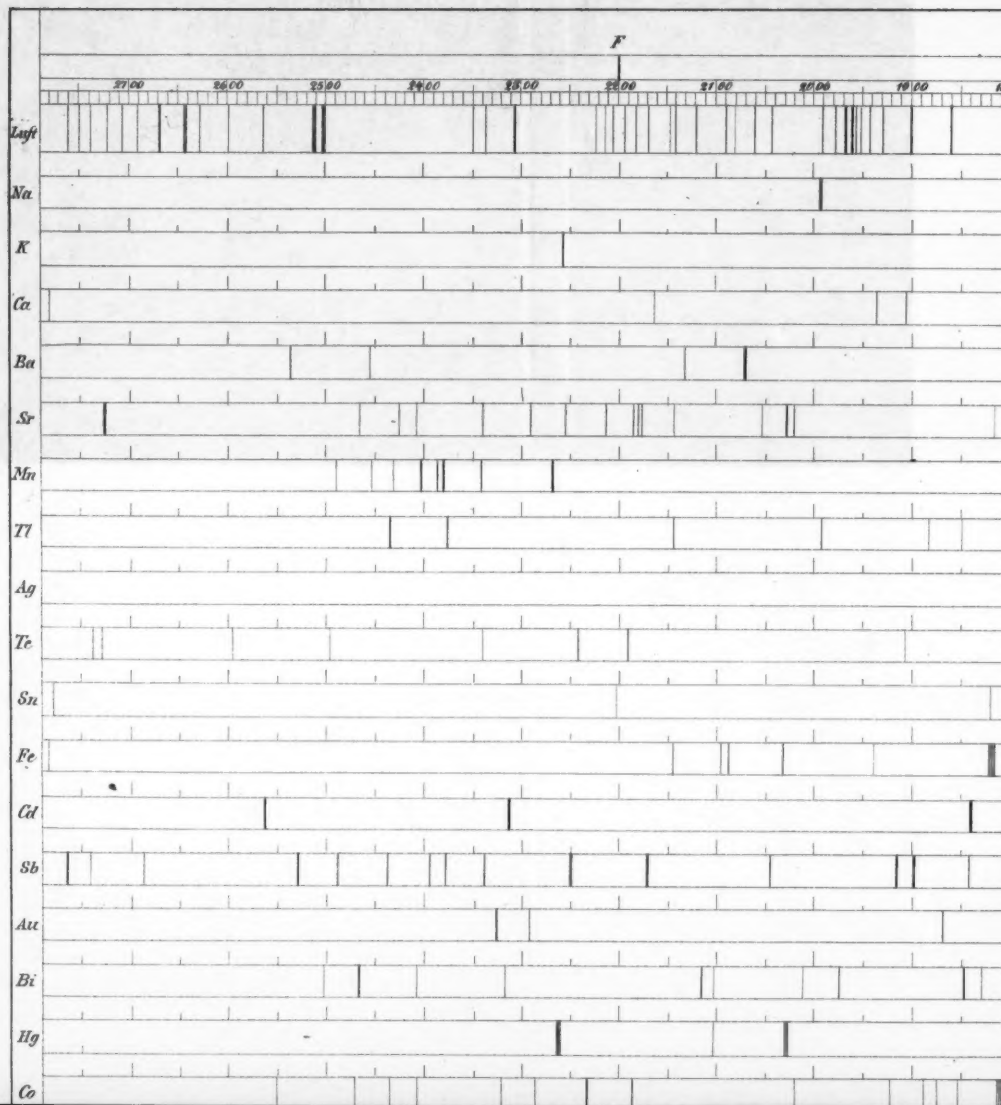
II.

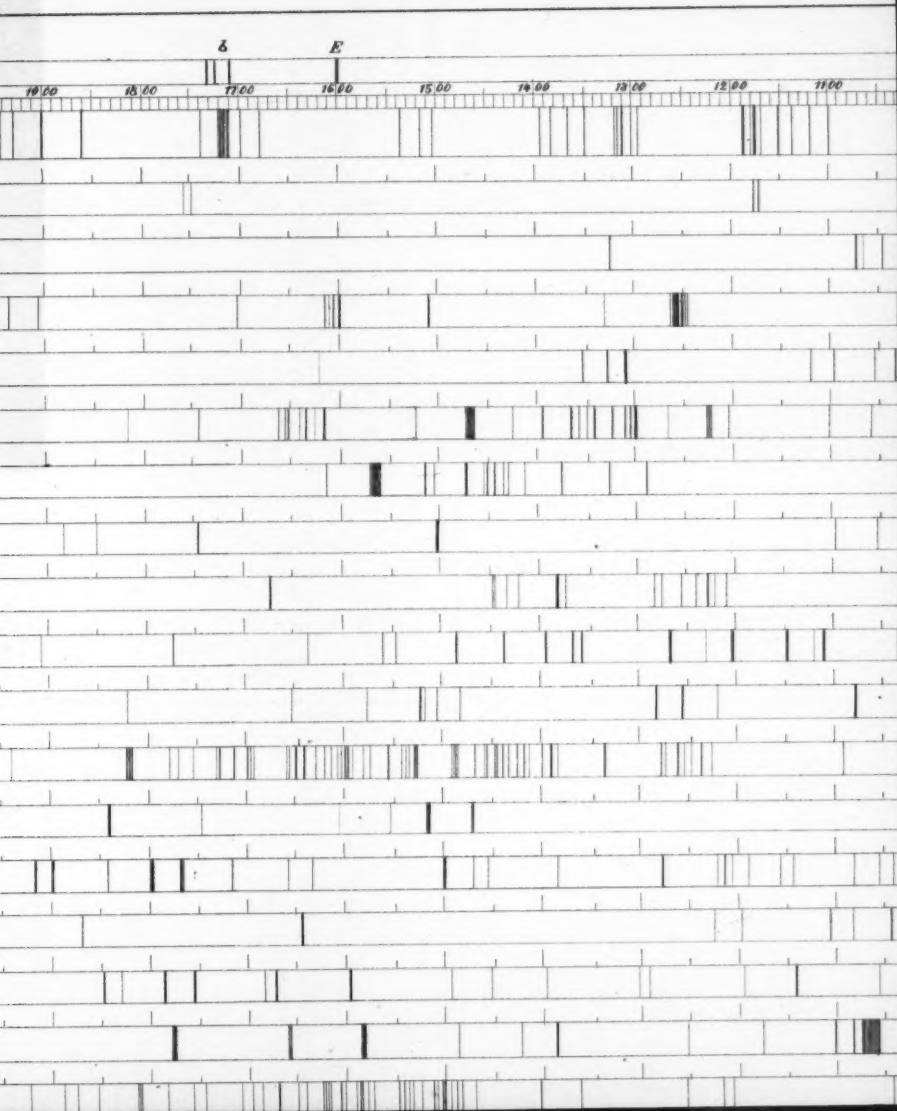


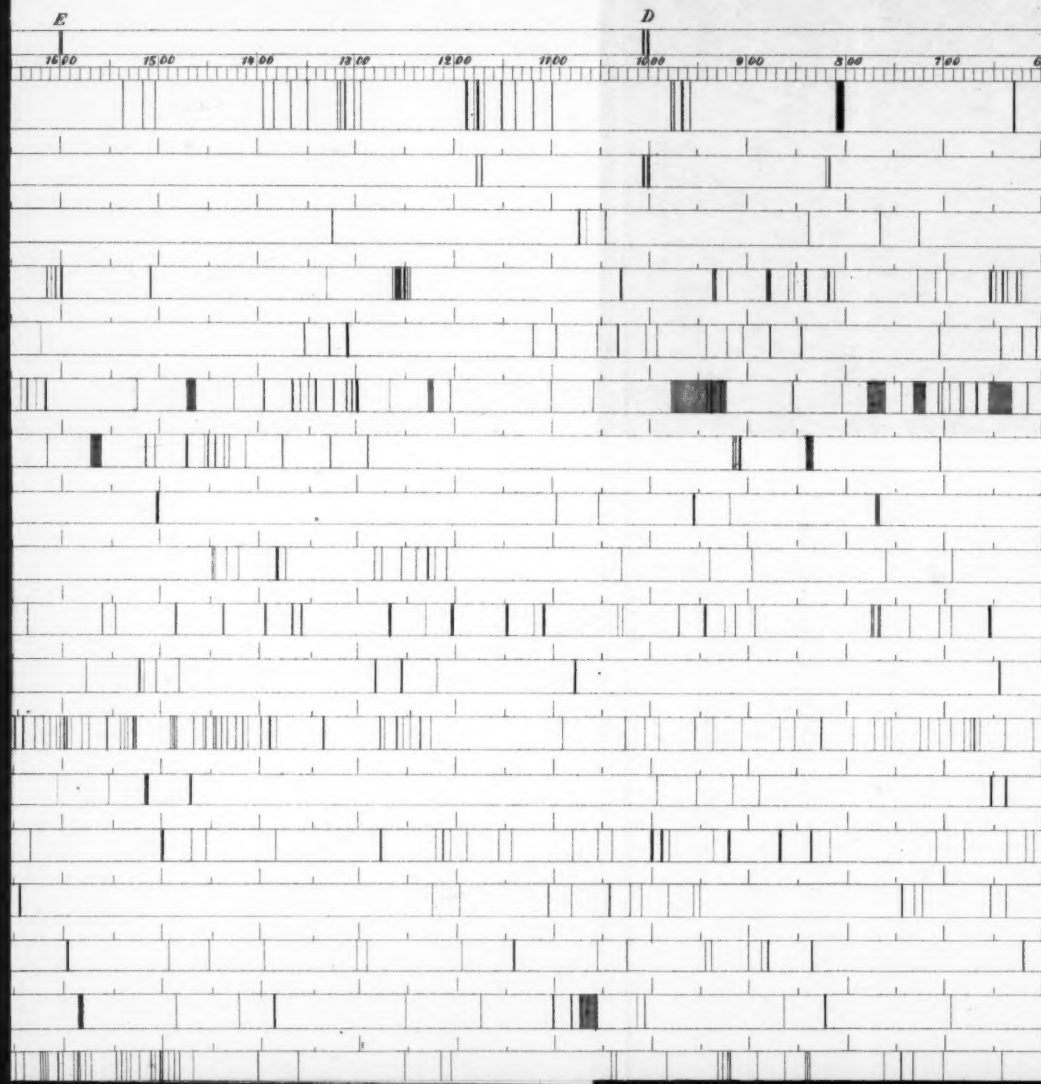
III.



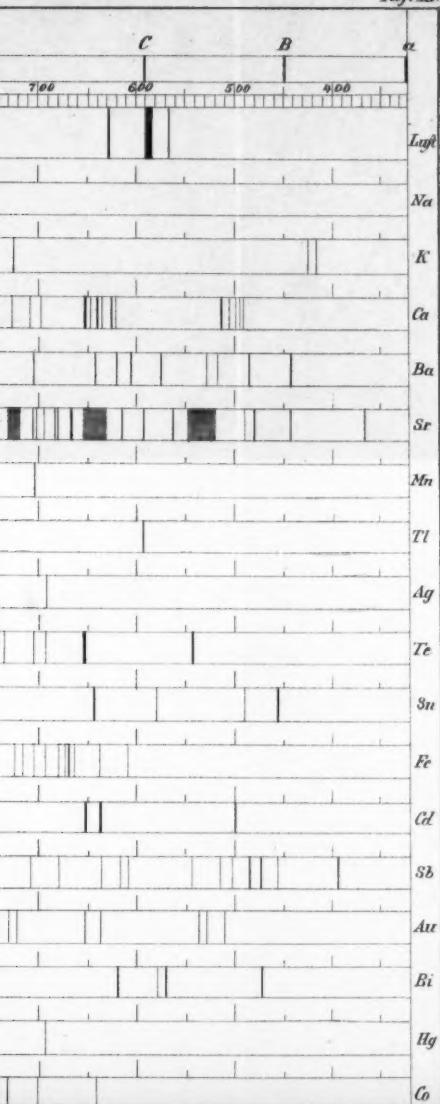


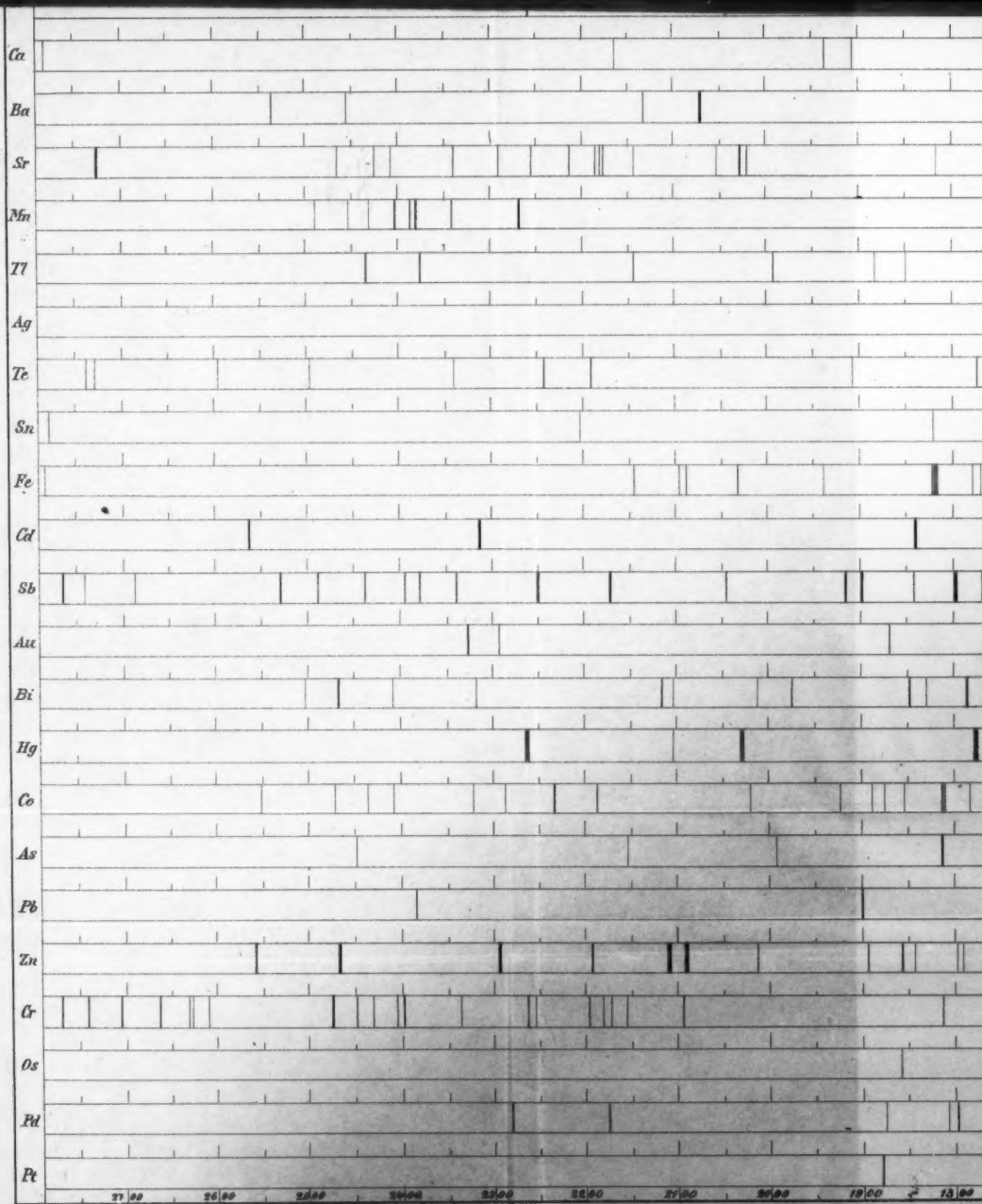






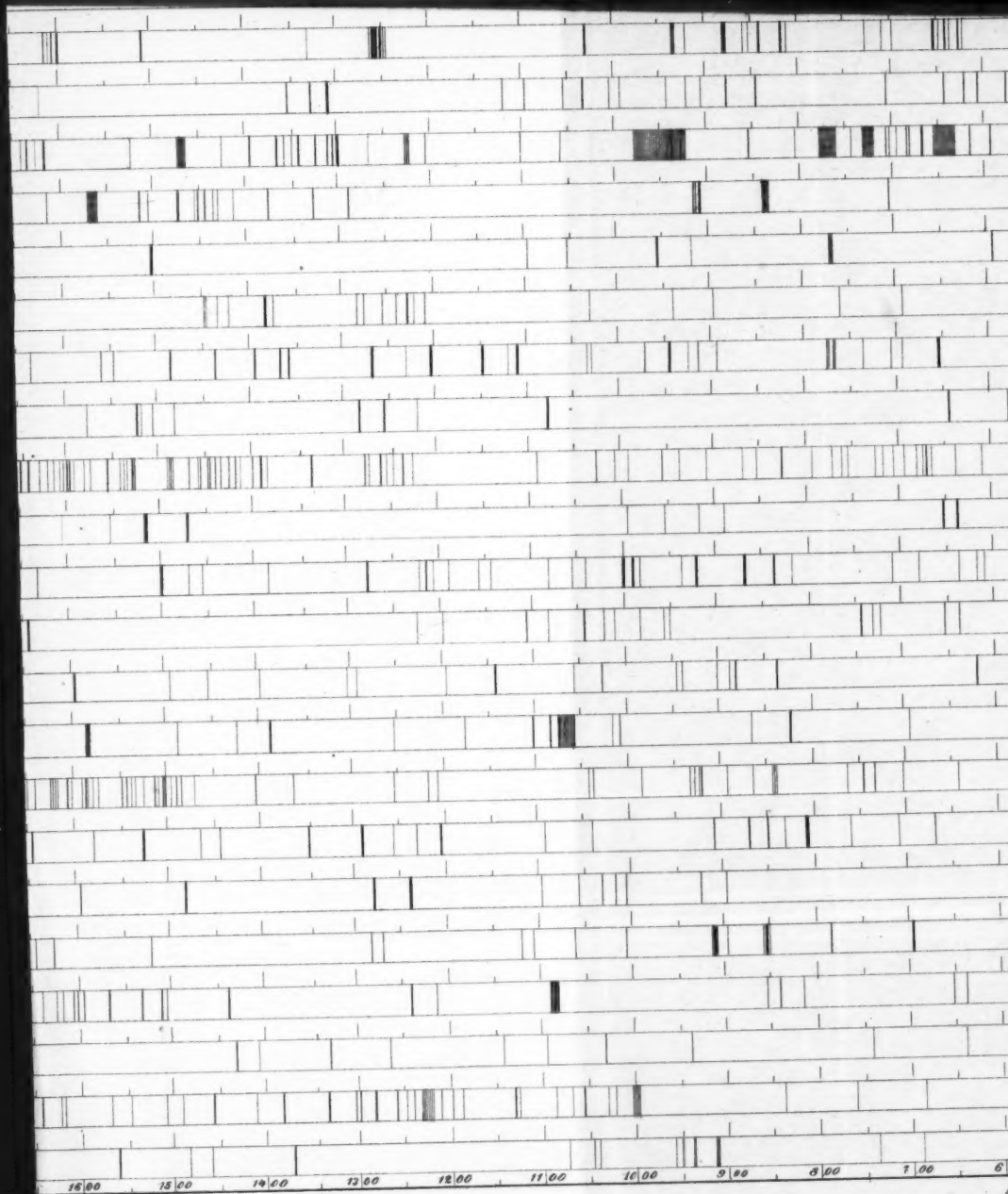
Taf. III.

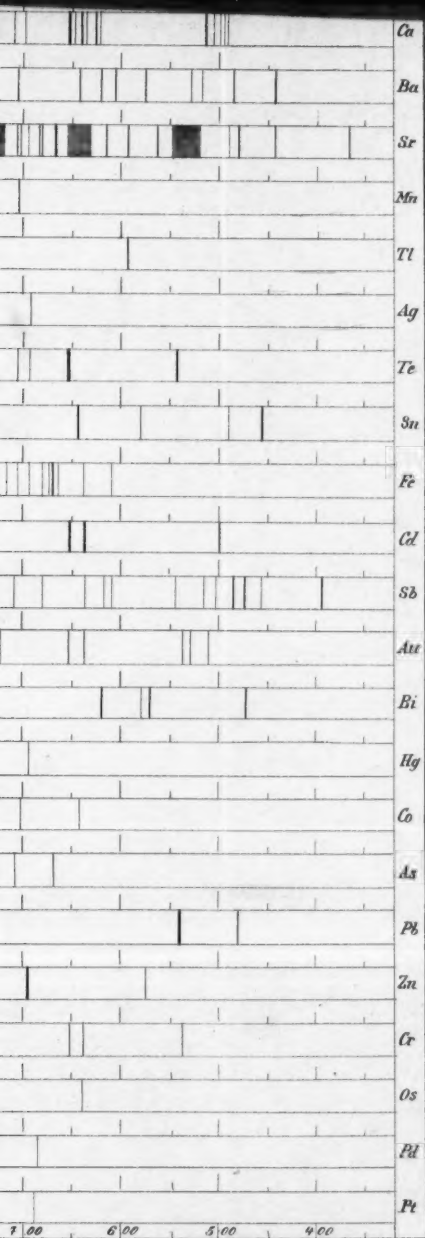


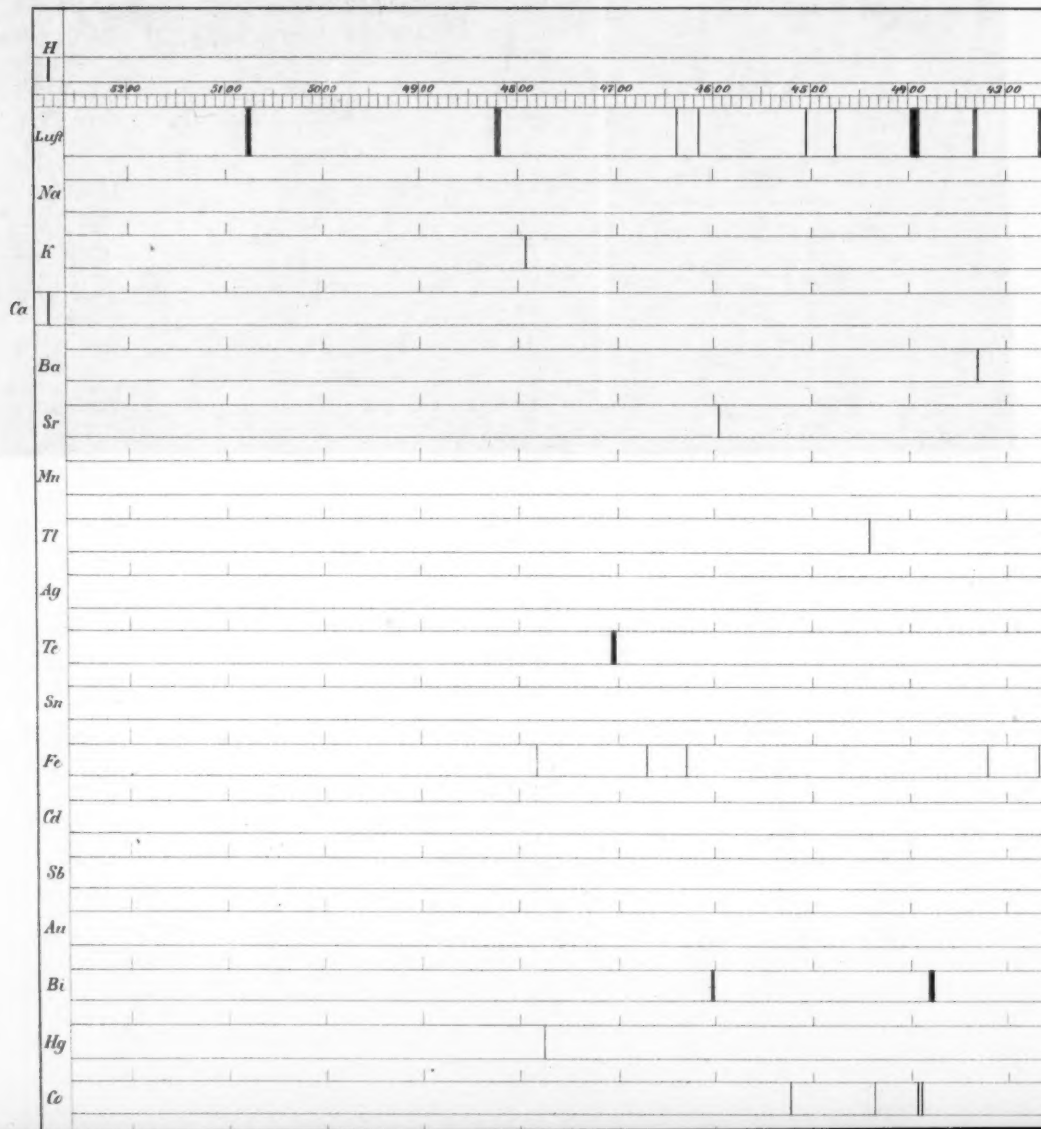


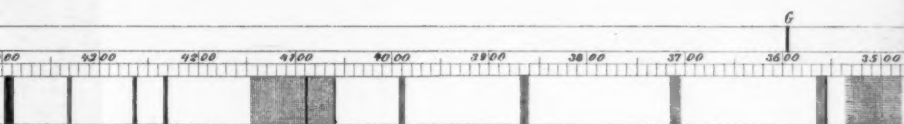
A. Schütz in Stein ged.

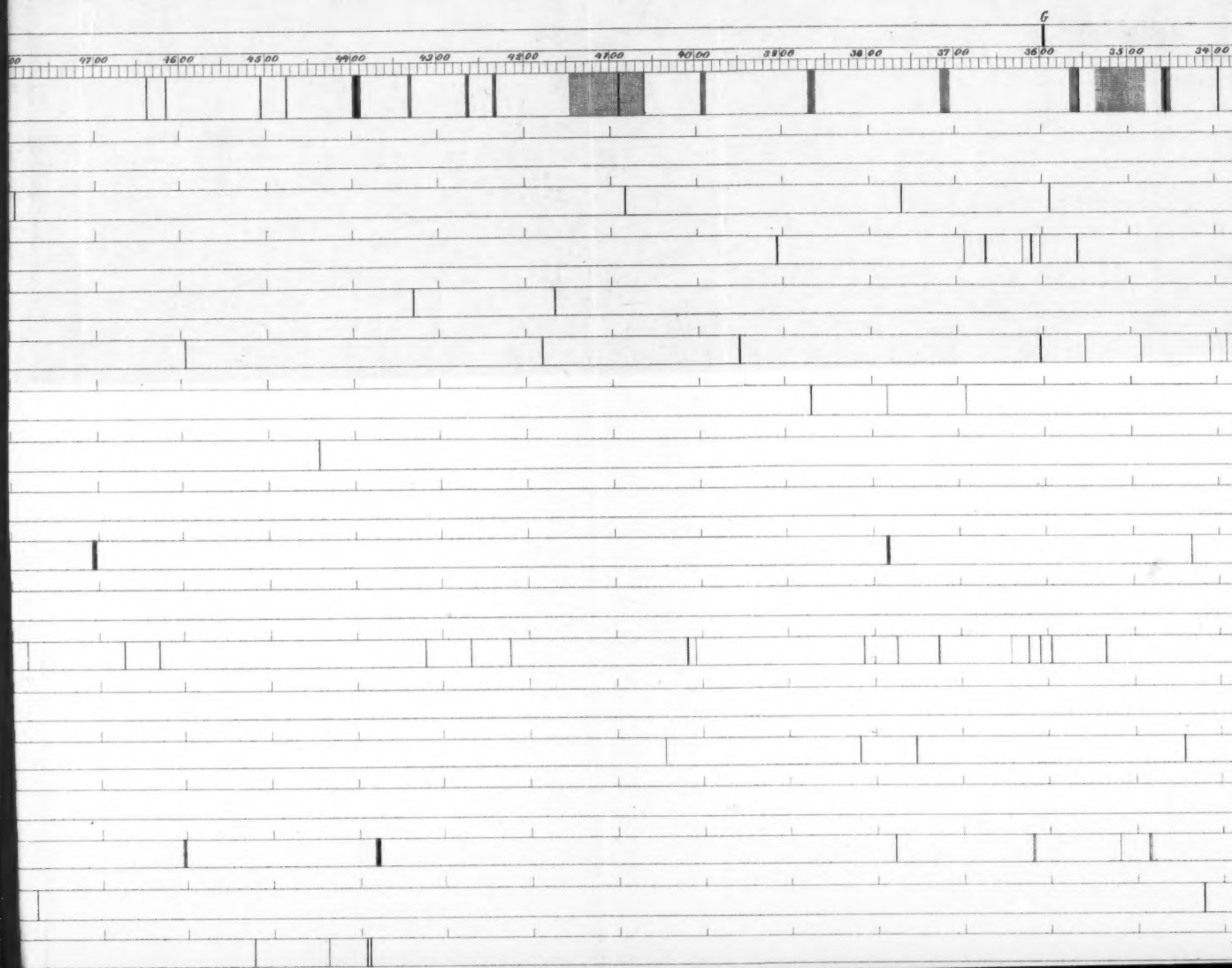






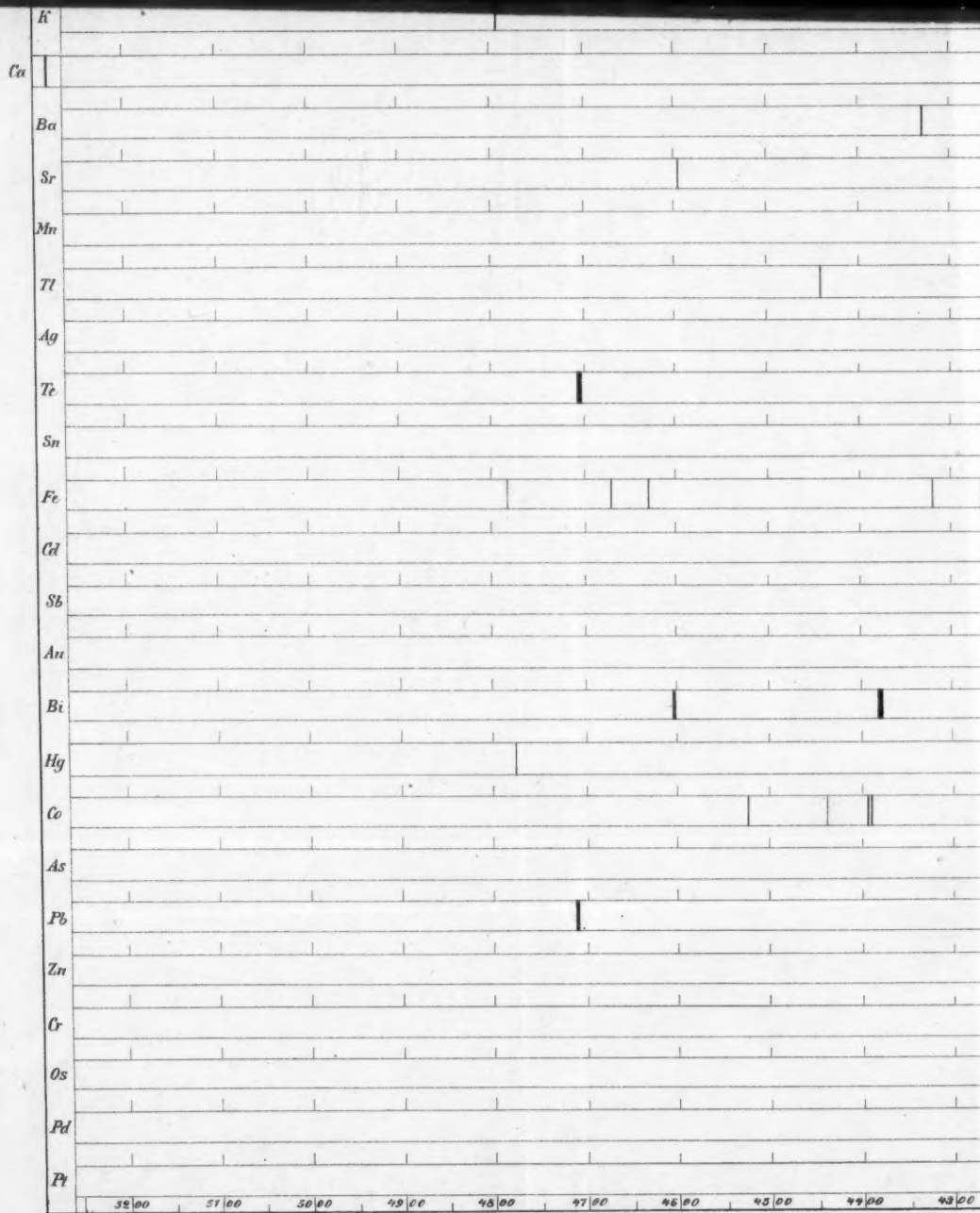




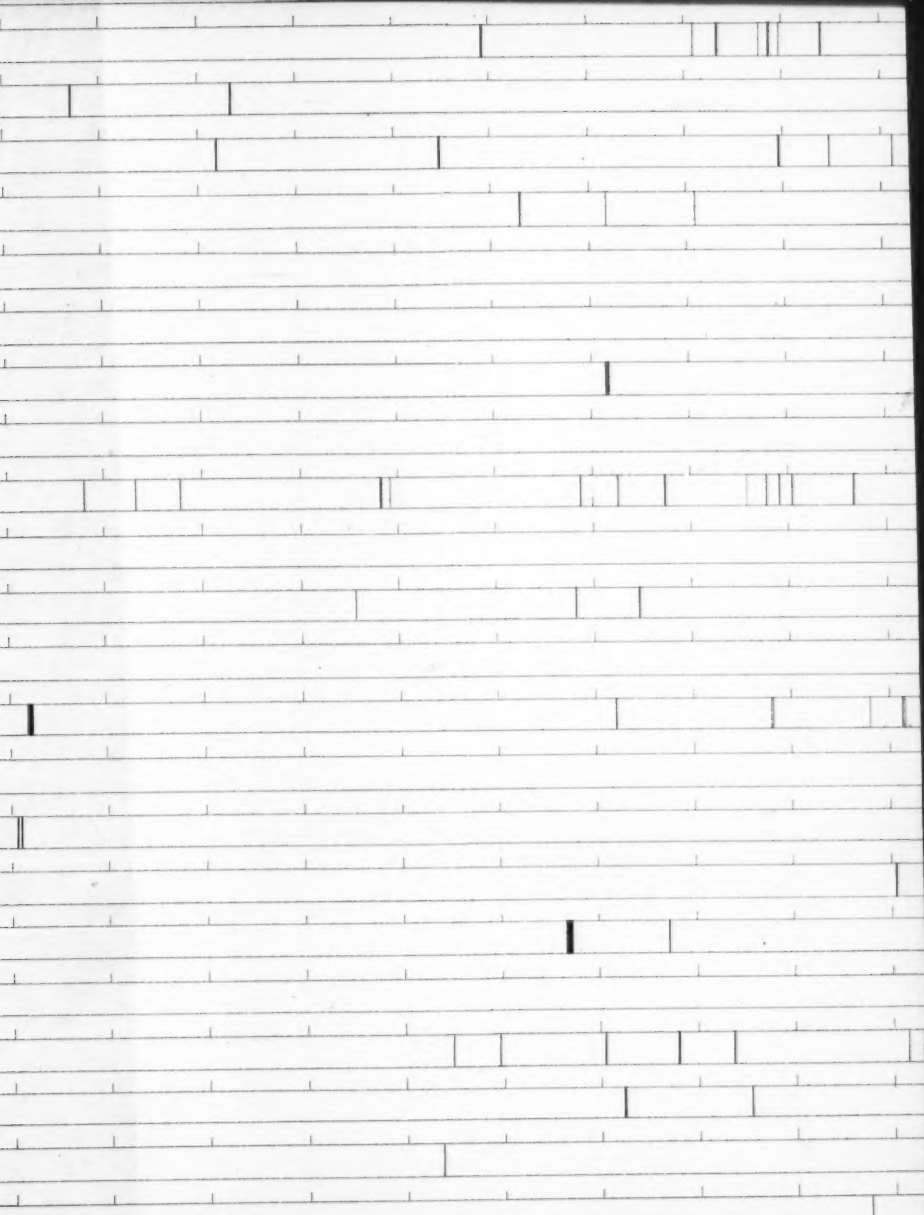


Taf IV





A. Schütz in Stein gest.



47 00 46 00 45 00 44 00 43 00 42 00 41 00 40 00 39 00 38 00 37 00 36 00 35 00



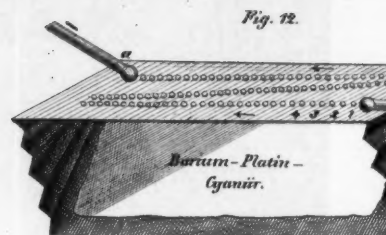
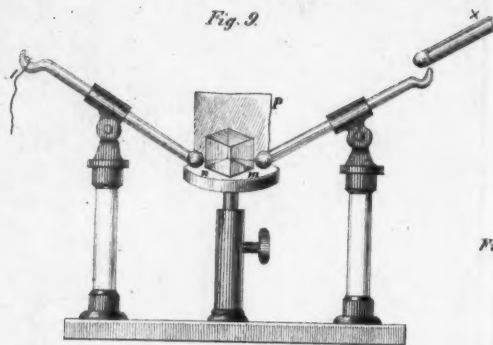


Fig. 6.



Fig. 5.

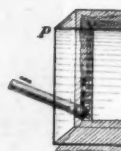


Fig. 10.

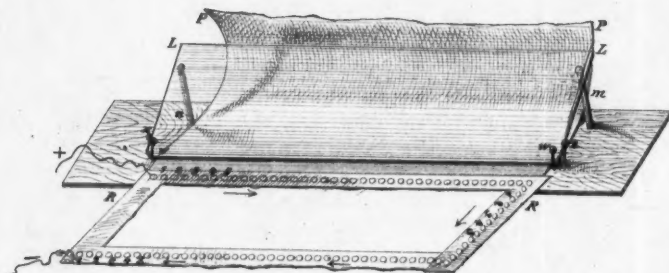


Fig. 7.

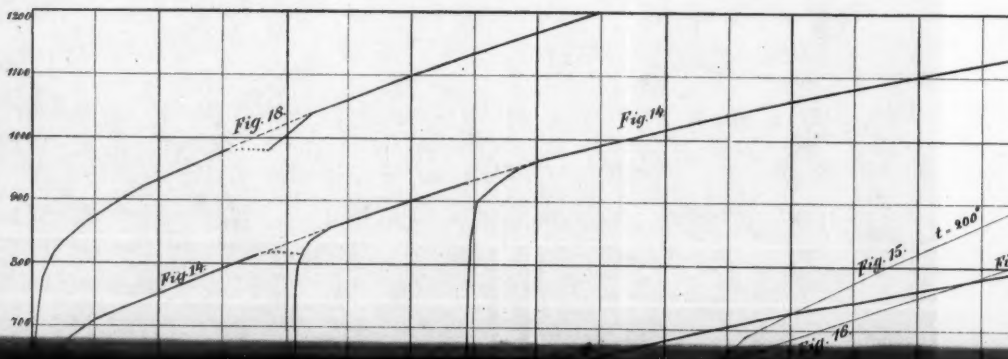
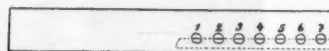


Fig. 12.

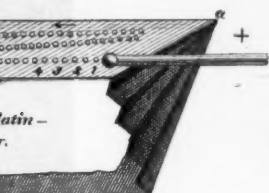


Fig. 11.

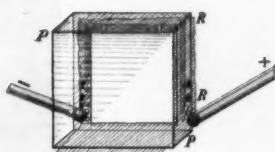


Fig. 7.



Fig. 1.

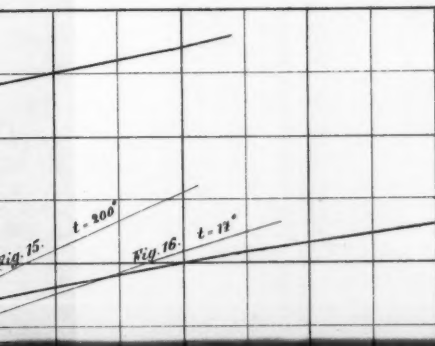
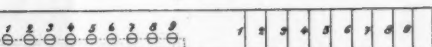
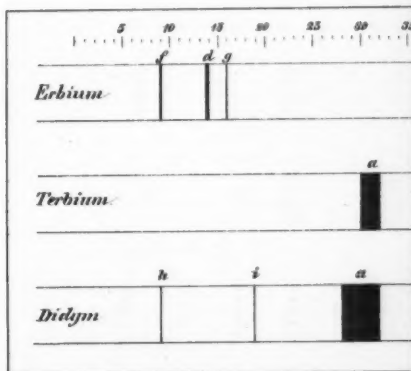
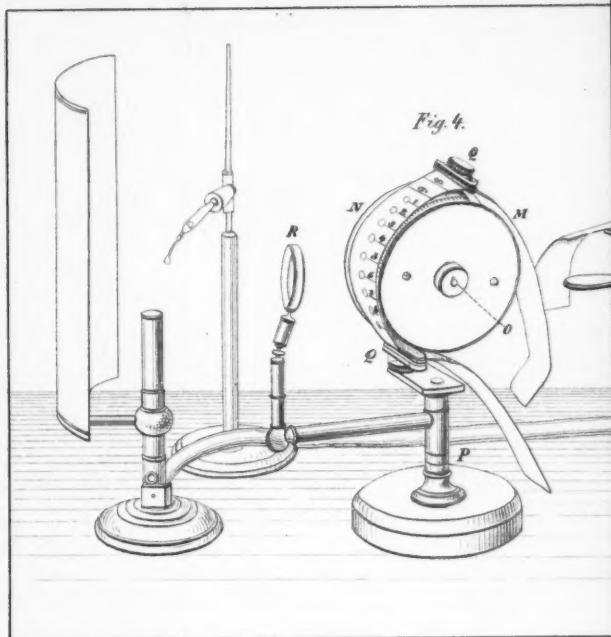


Fig. 4.



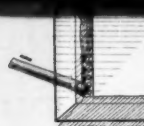


Fig. 10.

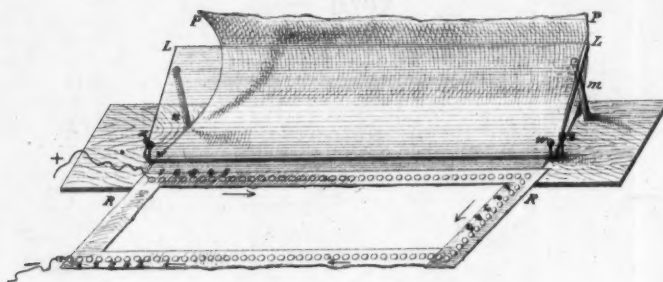
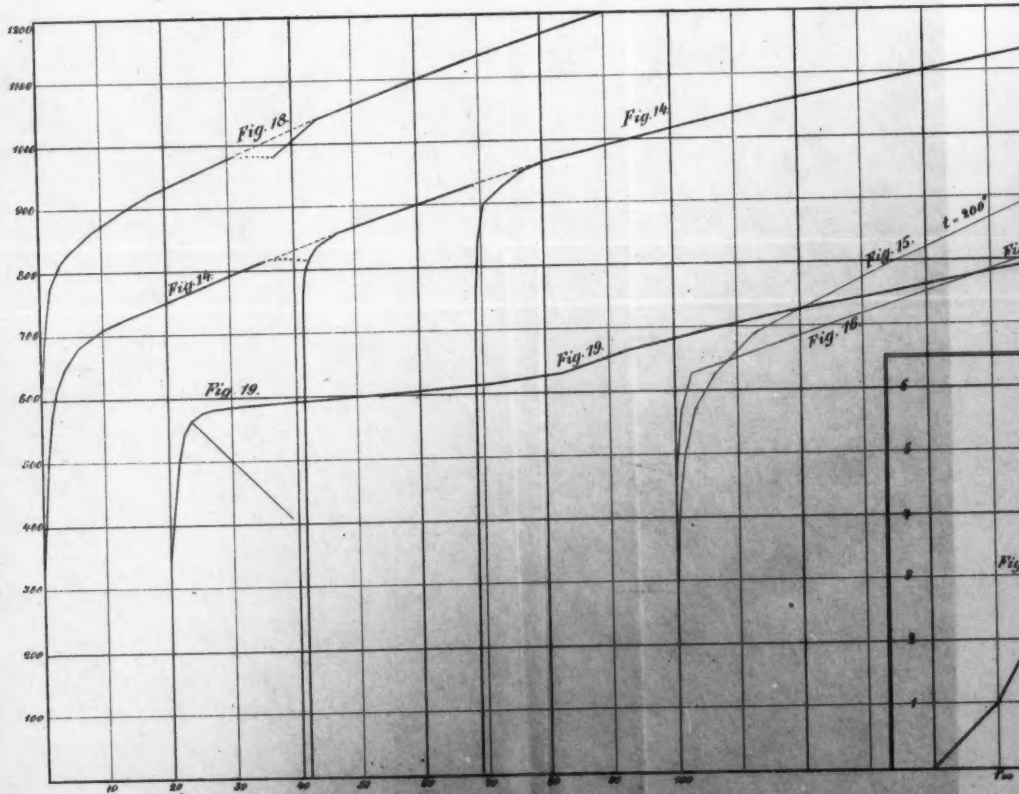
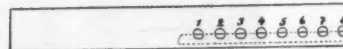


Fig. 7.



a Schütze in Stein gest.

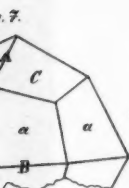
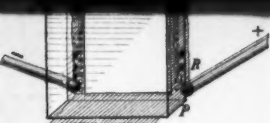


Fig. 1.

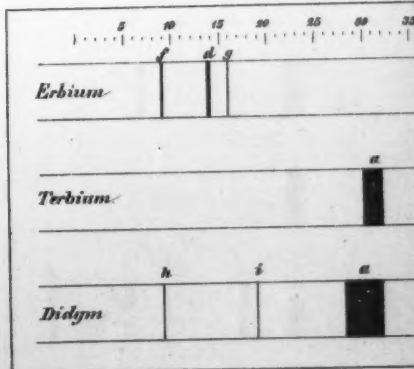
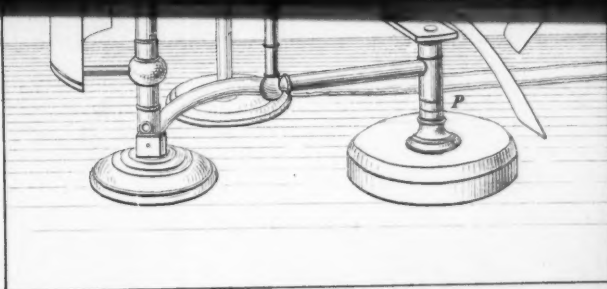
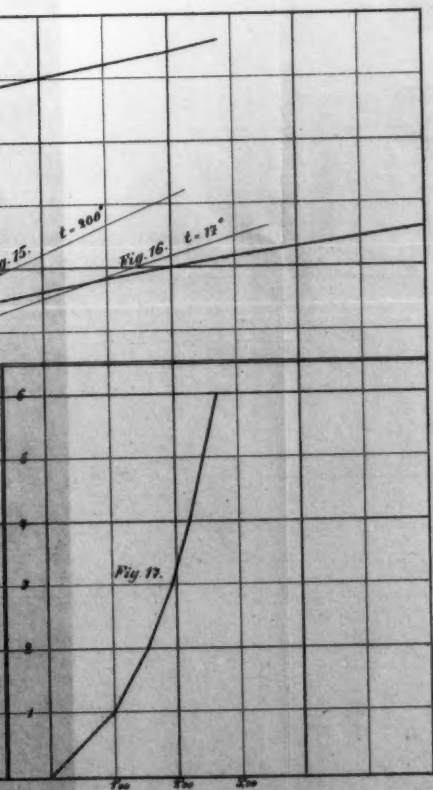
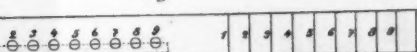
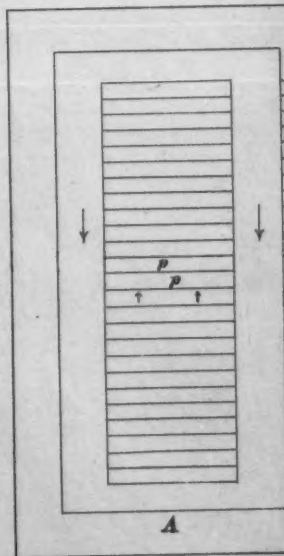


Fig. 8.



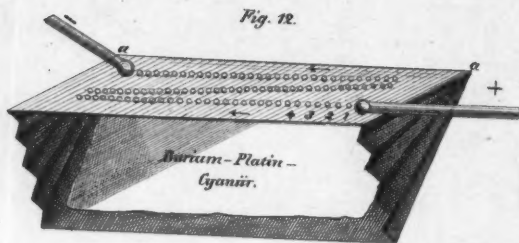


Fig. 6.

Fig. 5.

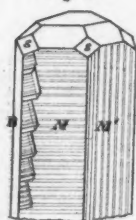


Fig. 11.

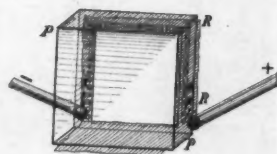


Fig. 7.

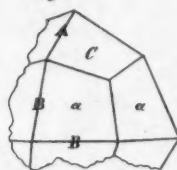


Fig. 1.

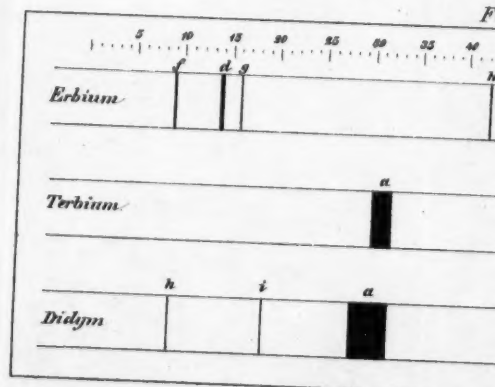
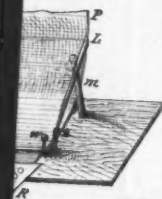
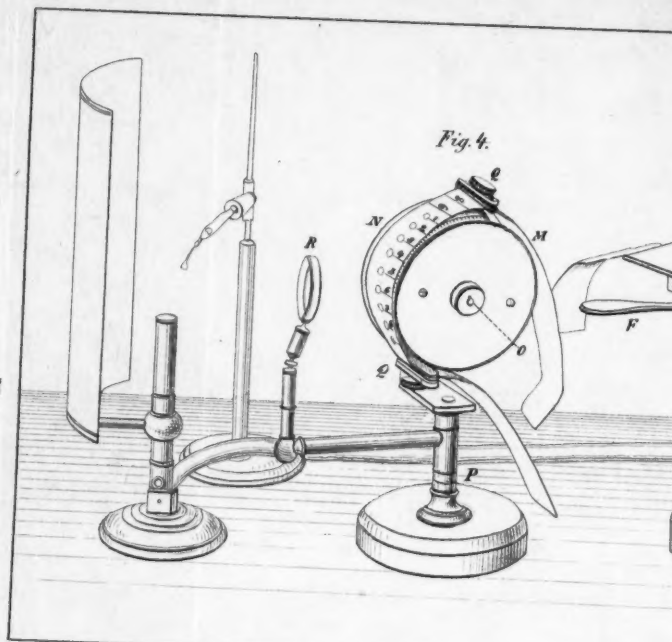


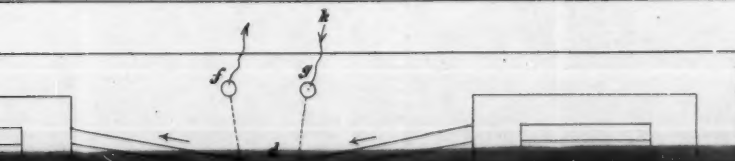
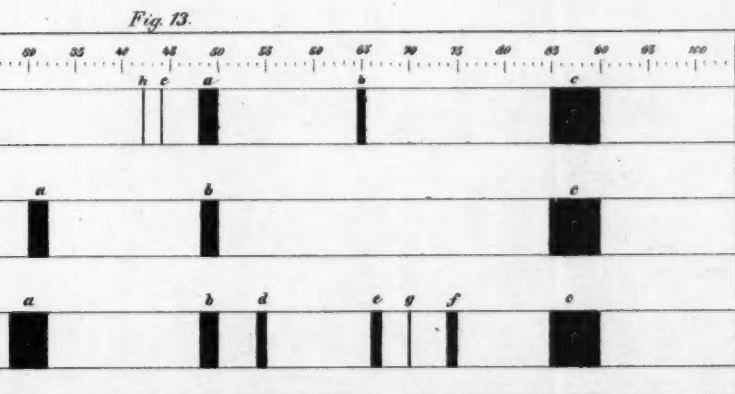
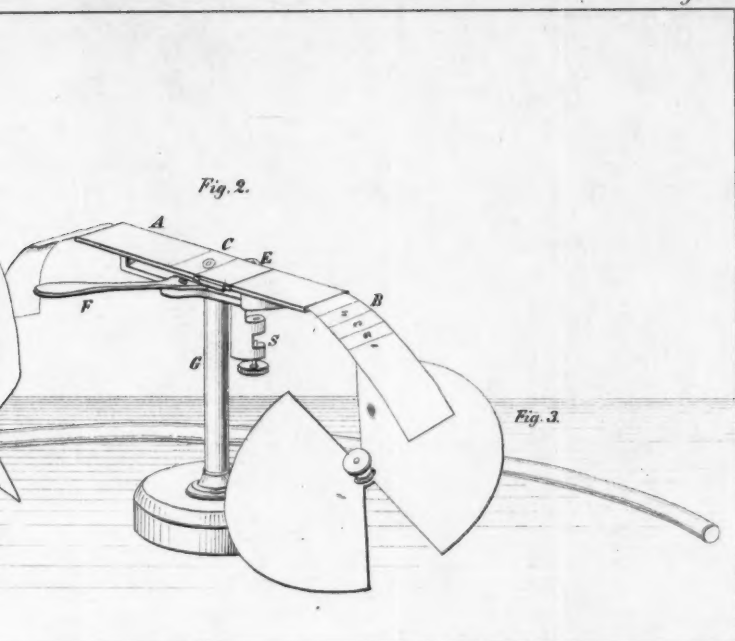
Fig. 14.

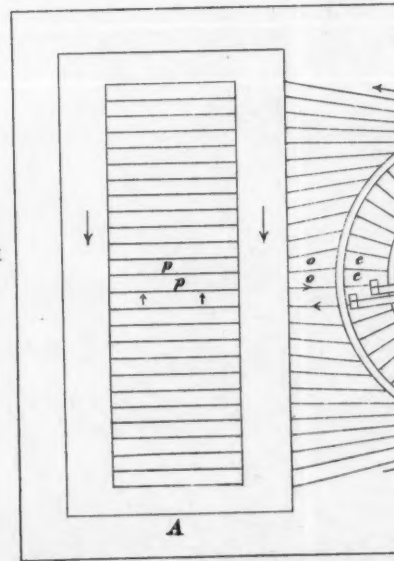
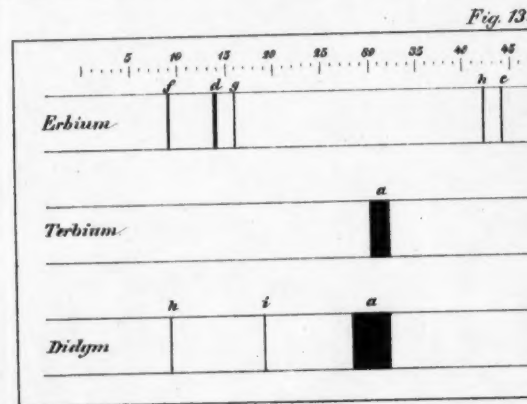
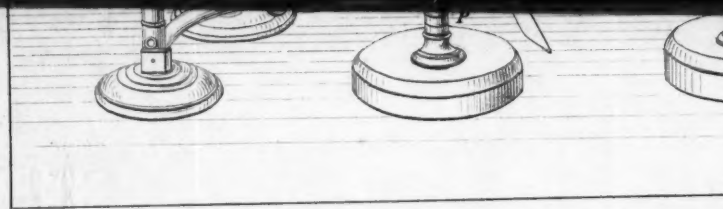
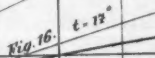
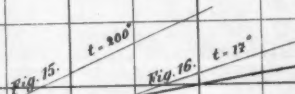
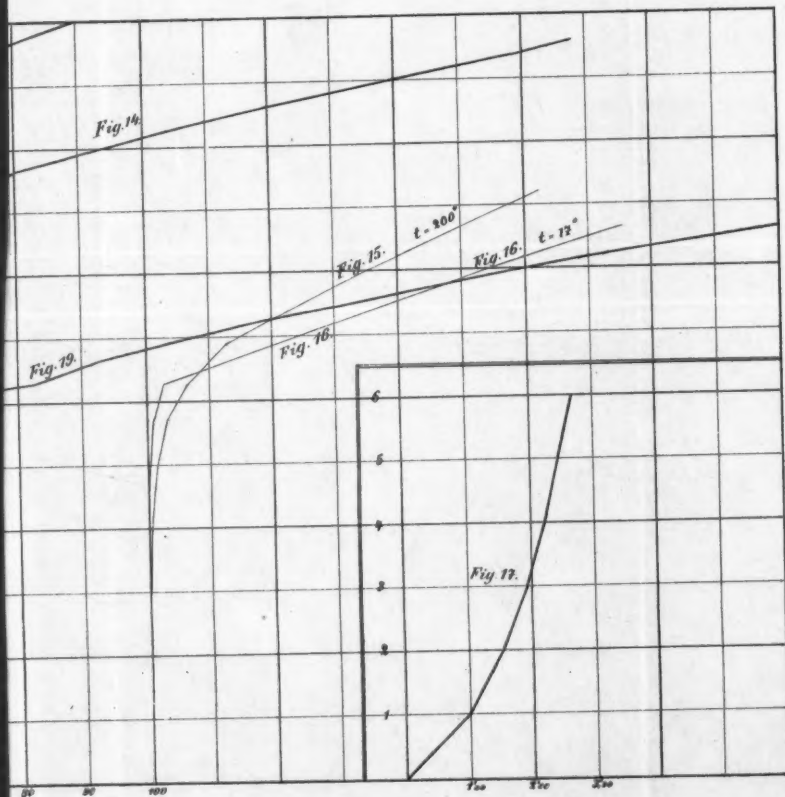
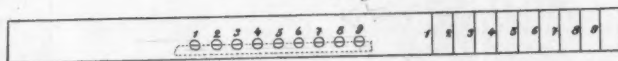
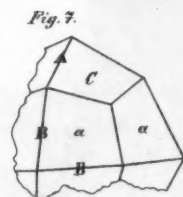
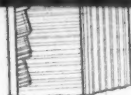
Fig. 15.

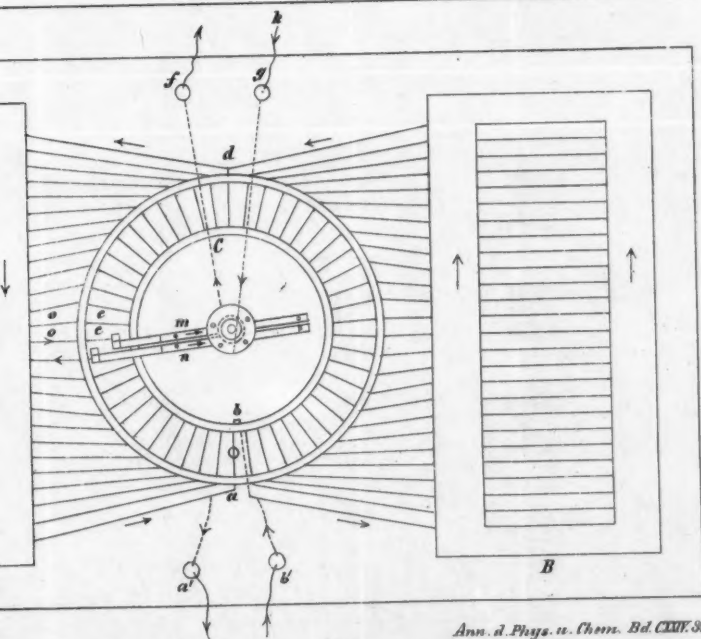
Fig. 16.

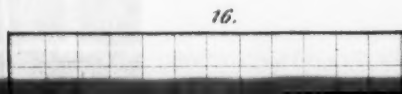
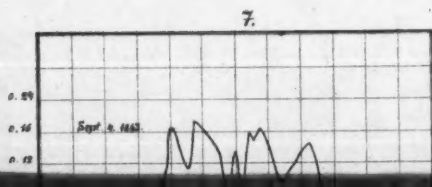
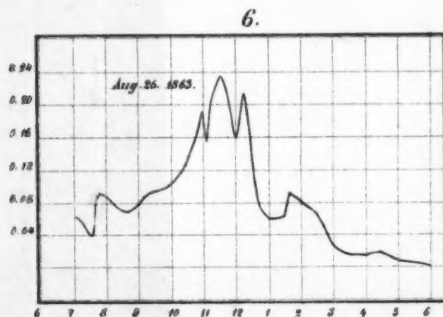
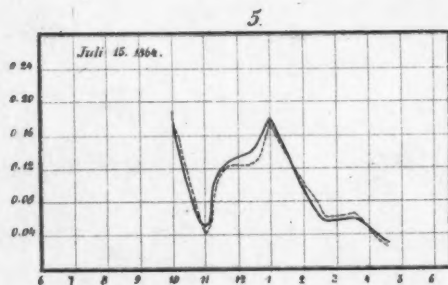
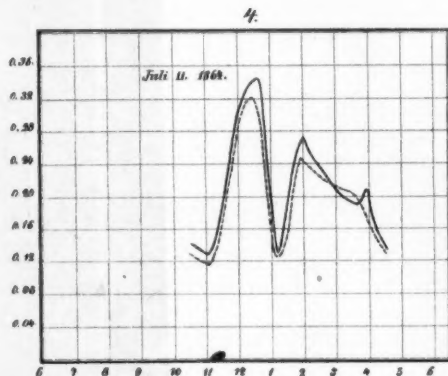
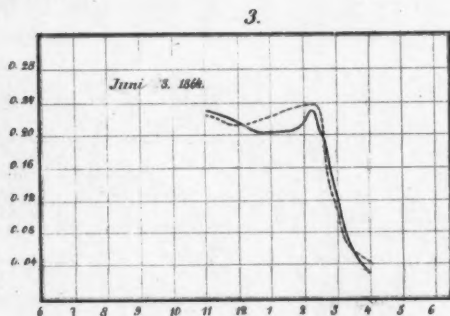
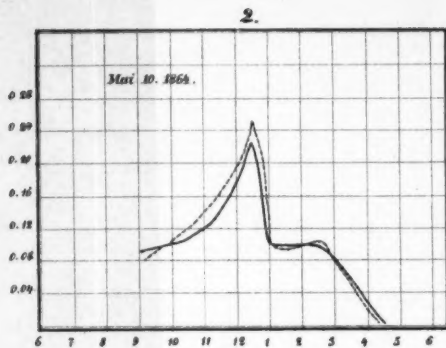
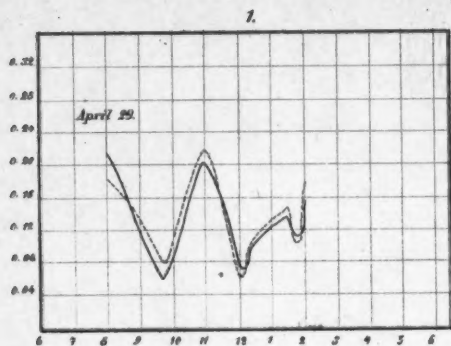
$t = 100^\circ$

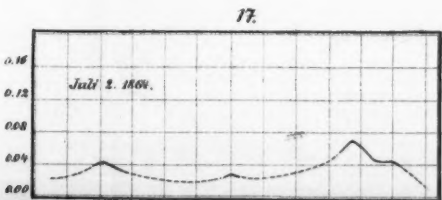
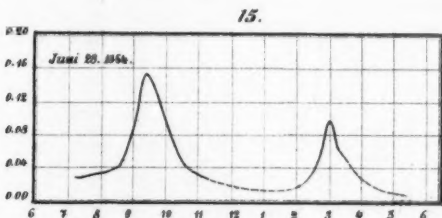
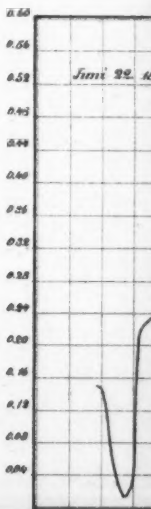
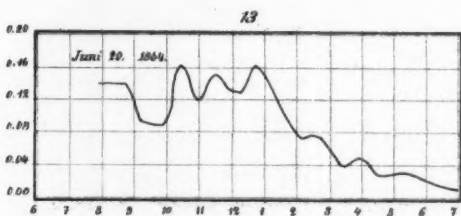
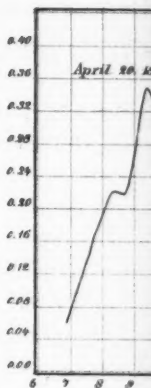
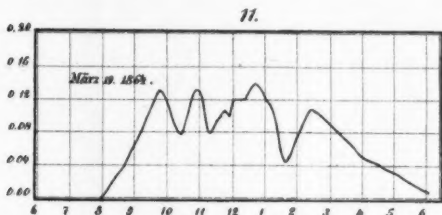
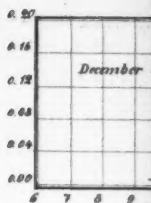
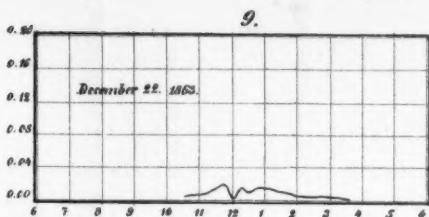
$t = 12^\circ$

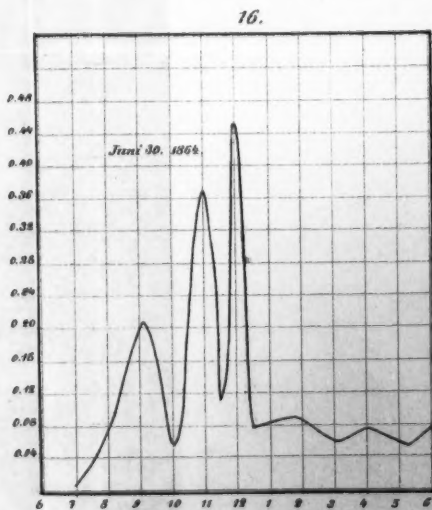
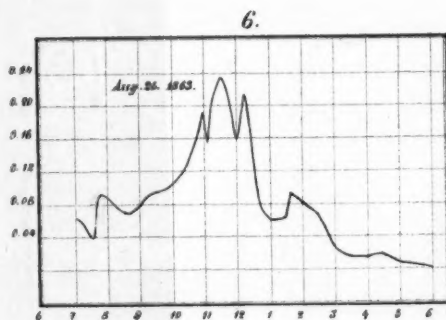
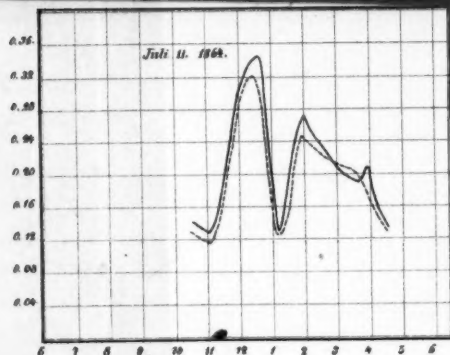
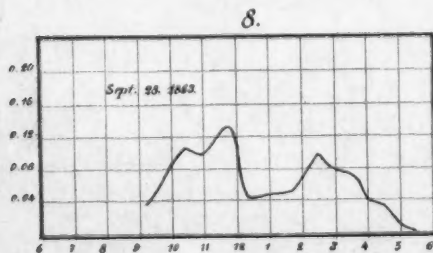
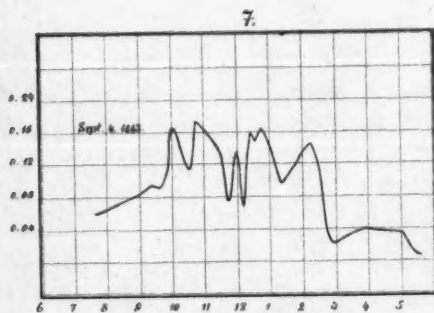
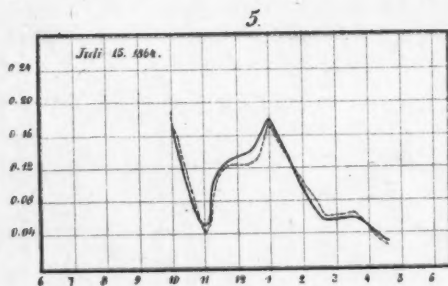
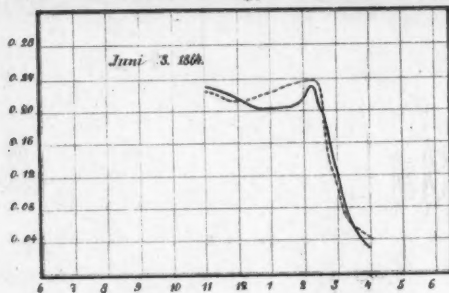


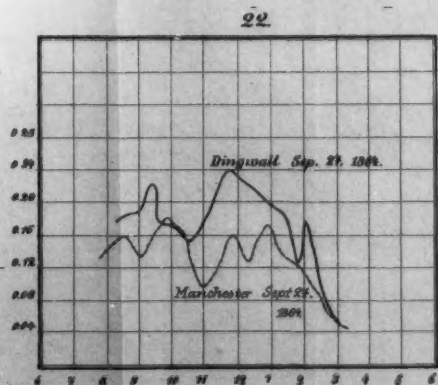
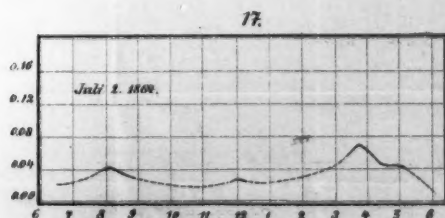
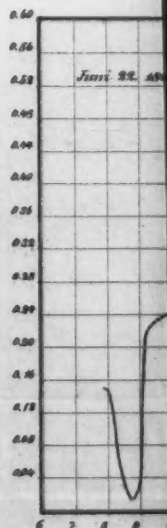
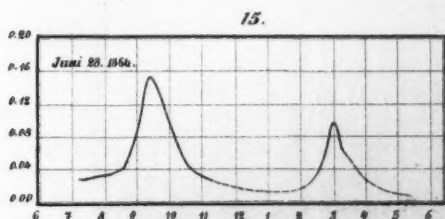
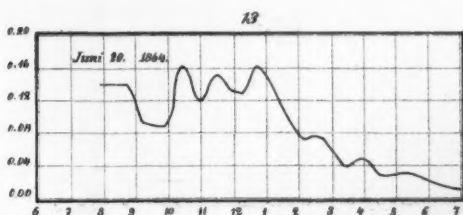
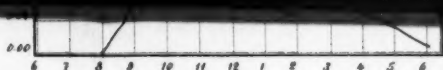




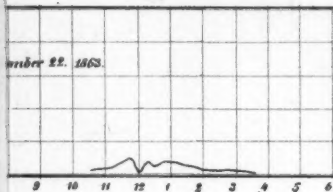




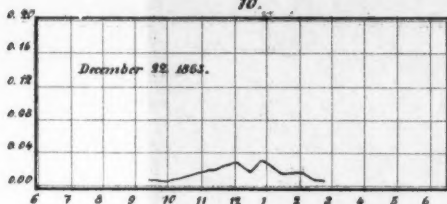




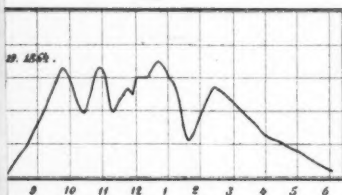
9.



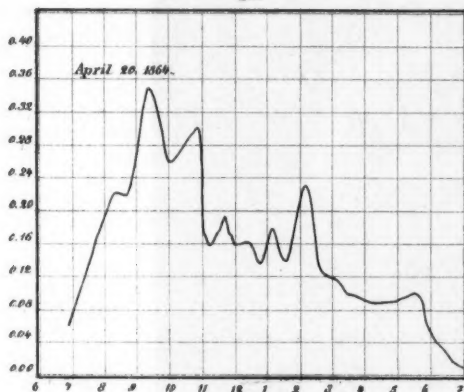
10.



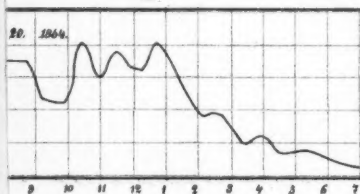
11.



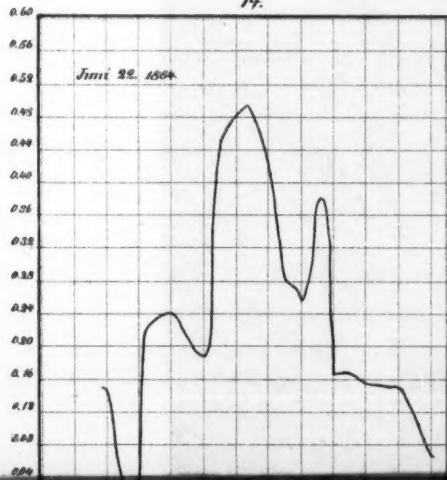
12.



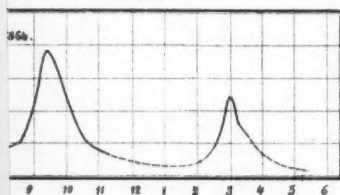
13.



14.



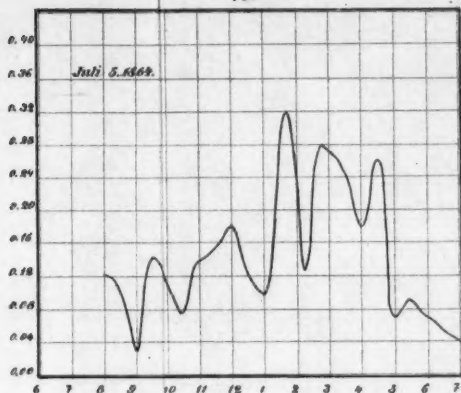
15.



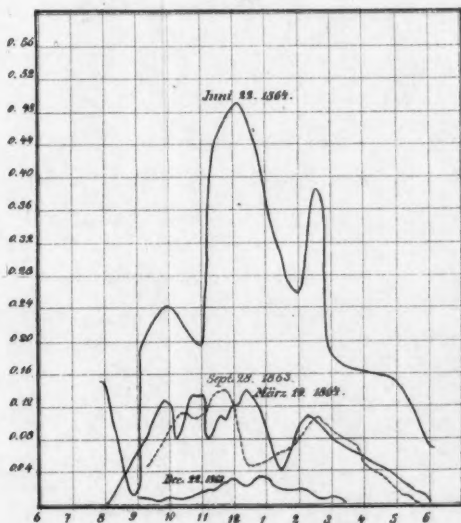
17.



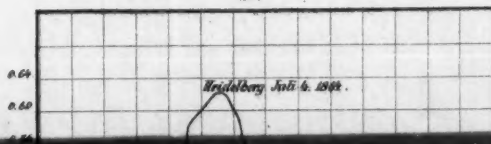
19.

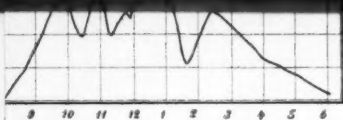


20.

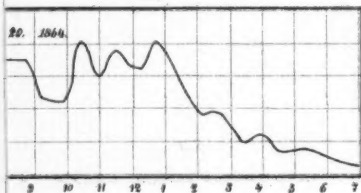


21.

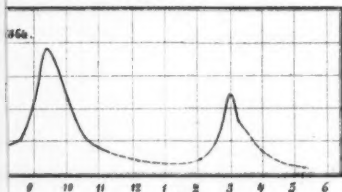




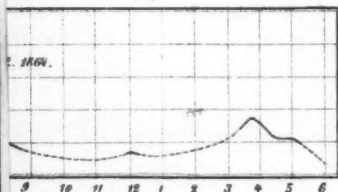
13.



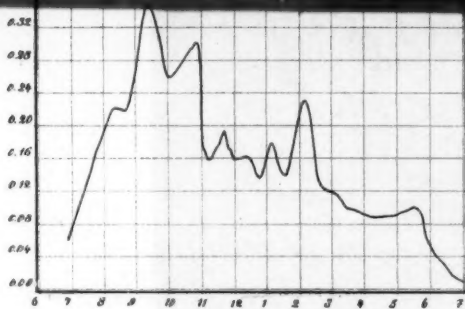
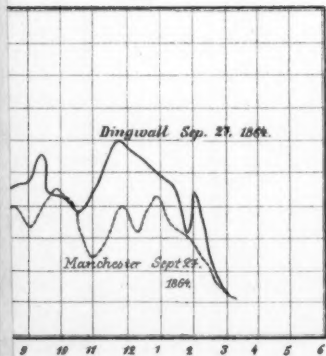
15.



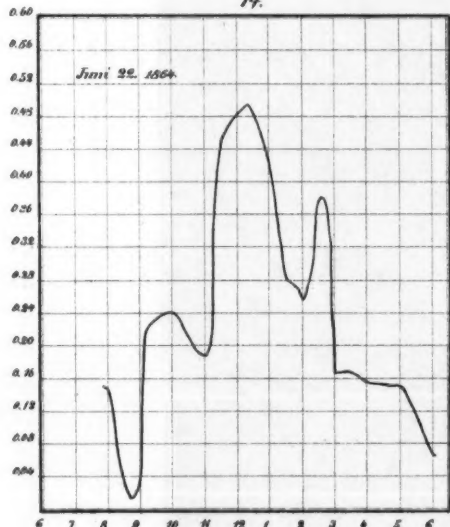
17.



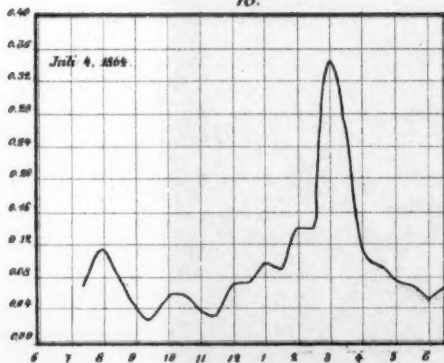
20.



14.

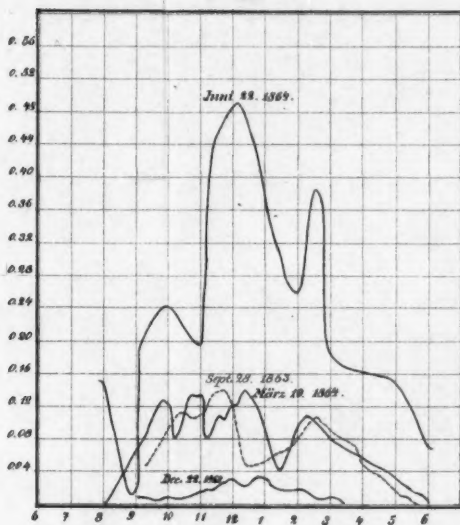


18.



0.60
0.58
0.56
0.54
0.52
0.50
0.48
0.46
0.44
0.42
0.40
0.38
0.36
0.34
0.32
0.30
0.28
0.26
0.24
0.22
0.20
0.18
0.16
0.14
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00

20.



21.

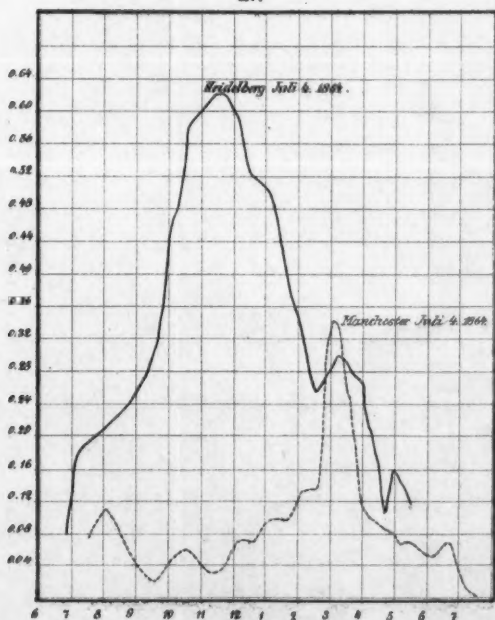


Fig. 2.

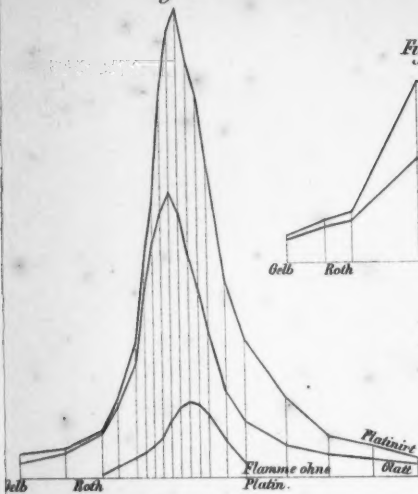


Fig. 1.

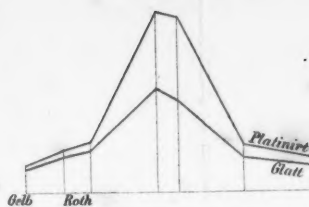


Fig. 4.

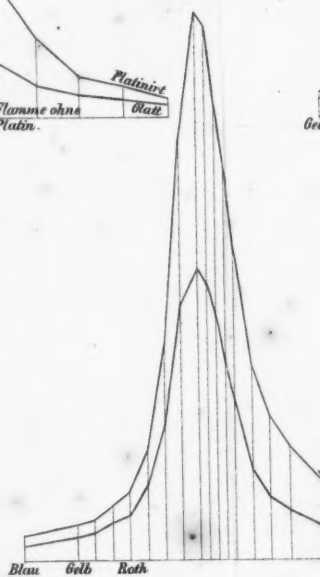


Fig. 3.

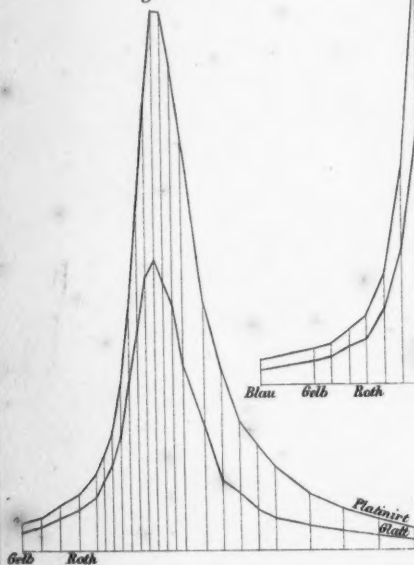


Fig. 5.

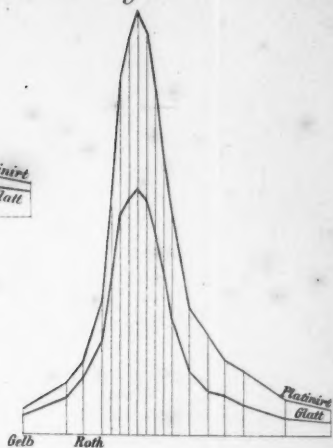


Fig. 6.

